

211 58

7825.

Untersuchungen
über das
D ü n n d a r m - E p i t h e l i u m
und dessen
Verhältniss zum Schleimhautstroma.

INAUGURAL-DISSERTATION,
welche
mit Bewilligung der Hochverordneten
Medicinischen Facultät der Kaiserlichen Universität zu
DORPAT
zur Erlangung
des
D o c t o r g r a d e s
öffentlich vertheidigen wird
Adolf Wiegandt.

Mit einer lithographirten Tafel.

DORPAT.

Buchdruckerei und Lithographische Anstalt von Carl Schulz.

1860.



Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu

72750

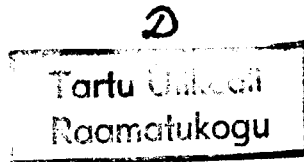
I m p r i m a t u r

hæc dissertatio ea conditione, ut simulac typis fuerit excusa,
numerus exemplorum lege præscriptus tradatur collegio ad
libros explorandos constituto.

Dorpati Livon. die XXIV. m. Maji anni MDCCCLX.

N^o 126.
(L. S.)

Dr. **Buchheim**,
ord. med. h. t. Decanus.



470 670

V o r w o r t.

Indem ich die Resultate einer Erstlings-Untersuchung
in diesen Blättern niederlege, ergreife ich mit Freuden
die Gelegenheit, meinem verehrten Lehrer, Professor
Dr. Bidder, auf dessen Rath ich dieselbe unternahm,
für die mir dabei zu Theil gewordene Anleitung, so
wie für die Benutzung seiner Bibliothek meinen wärm-
sten Dank zu sagen.

Den geneigten Leser bitte ich, bei den Mängeln
und Lücken meiner Arbeit die Schwierigkeit der Auf-
gabe und die Ungeübtheit eines Anfängers berücksich-
tigen zu wollen.

Einleitung.

Obgleich die Verhältnisse des Epitheliums zu den bekannteren gerechnet werden, so sind doch in der neueren Zeit Beobachtungen veröffentlicht worden, die gezeigt haben, dass die Lehre vom Epithelium überhaupt noch nicht als völlig ausgebildet betrachtet werden darf. Man kann dem Epithelium die abgeschlossene Stellung, die es früher einnahm, nicht mehr zusprechen, seitdem man auf Verbindungen von Epithelialzellen mit Gebilden in den unterliegenden Schichten aufmerksam geworden ist. Es ist hier nicht der Ort, näher darauf einzugehen, mit welcherlei Gebilden man überhaupt die Epithelialzellen in Beziehung gebracht hat, da für den Zweck, der auf den folgenden Blättern verfolgt werden soll, nur die Thatsache von Interesse ist, dass man Verbindungen von Epithelialzellen mit Bindegewebstheilen beobachtet hat. So hat Bidder ¹⁾ gesehen, dass die den Centralcanal des Rückenmarks auskleidenden Epithelialzellen durch Fortsätze mit Bindegewebszellen in der grauen Substanz zusammenhängen. Billroth ²⁾ hat solche Verbindung der Epithelialzellen mit Bindegewebskörperchen an der Frosch-

1) Bidder und Kupfer. Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks. Leipzig 1857. S. 44.

2) Müllers Archiv. 1858. S. 161.

zunge erwähnt. Luschka ¹⁾ beobachtete an Bindegewebsauswüchsen, die auf den Semilunarklappen der Lungenarterie sasssen, Epithelialzellen, die durch Ausläufer mit Bindegewebskörperchen im Innern der Auswüchse zusammenhingen. Gerlach ²⁾ sah in dem Epithelialüberzuge des Aquaeductus Sylvii Wimperzellen, die sich durch fadenförmige Fortsätze mit Bindegewebszellen der Umgebung verbanden. Mayer ³⁾ beobachtete, dass Cylinderzellen des Epithels der Thränenkanälchen Ausläufer in die Schleimhaut hincinschieben, und hält es nach seinen Beobachtungen für höchst wahrscheinlich, dass diese sich mit Bindegewebszellen verbinden.

Heidenhain hat eine solche Beziehung des Epithels zu dem unterliegenden Gewebe auch für die Schleimhaut des Darmkanals beansprucht, und Billroth ⁴⁾ am Darm des Frosches und Salamanders Epithelialzellen mit langen, hohlen Fortsätzen beobachtet, ohne jedoch ihren Zusammenhang mit dem Bindegewebe nachgewiesen zu haben, während der erstere Forscher den von ihm angenommenen Zusammenhang von Zellen des Darmepitheliums mit Bindegewebskörperchen der Darmschleimhaut zugleich für eine neue Theorie von der Fettresorption dienenden praeformirten Wegen verwerthet. Heidenhain veröffentlichte eine vorläufige Mittheilung seiner Entdeckung in der allgemeinen medicinischen Centralzeitung, Jahrg. XXVII. 1858. Stück 14; darauf folgte eine ausführlichere Arbeit über die Absorptionswege des Fettes in Moleschotts Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere Bd. IV. 1858. S. 251; und in einem Anhang zu einer Arbeit über die Peyer'schen Drüsen (in Reicherts und Dubois-Reymond's Ar-

1) Virchows Archiv. Bd. XI. S. 568.

2) Gerlach. Mikroskop. Studien. Erlangen 1858. S. 44.

3) R. Mayer. Ueber den Bau der Thränenorgane. Freiburg 1859. S. 33.

4) a. a. O. S. 171.

chiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin, Jahrg. 1859. S. 460) vertheidigt derselbe seine Theorie gegen einige Einwürfe Köllikers. — Die Ansicht Heidenhains lässt sich in folgende Hauptpunkte zusammenfassen.

Heidenhain nimmt mit Brettauer und Steinach an, dass das Cylinderepithelium des Darmkanals an seiner freien, nach der Darmhöhle sehenden Wand nicht durch die eigentliche Zellenmembran, sondern durch ein Aggregat von Stäbchen, die direct auf dem Zelleninhalt sitzen, geschlossen sei, so dass durch die Lücken, die diese Stäbchen zwischen sich lassen, das Fett aus der Darmhöhle in das Innere der Zellen gelangen könne. Das untere, der Schleimhaut benachbarte Ende der Zellen des Darmepitheliums ist nach Heidenhain mit hohlen, dünnen Fortsätzen versehen, an welchen er kernhaltige Anschwellungen beobachtete und diese als identisch betrachtet mit den Bindegewebskörperchen analogen Zellen in den oberflächlichsten Theilen der Darmschleimhaut. In dem homogenen Bindegewebe des Schleimhautstromas des Froschdarmes und der Säugethierzotten sind eine grosse Menge dicht an einander gelegener und durch hohle Fortsätze untereinander verbundener Zellen vorhanden, welche bis dicht unter das Epithelium reichen, und durch die Ausläufer der Zellen des letzteren sich auch mit ihm verbinden, während sie andererseits auch wiederum mit den Chylusgefässen in Verbindung treten und als Anfänge derselben zu betrachten sind. Bei Versuchen mit Fettfütterung beobachtete Heidenhain, dass die Fetttropfen aus den Epithelialzellen in die Ausläufer derselben und in die kernhaltigen Anschwellungen der Ausläufer, so wie in die von diesen abgehenden, abgerissenen endigenden Fortsätze eintraten. Die als oberflächlichste Zellen im Schleimhautstroma gedeuteten Anschwellungen der Ausläufer nicht allein, sondern auch die tiefer gelegenen, mit ihnen und untereinander communicirenden Zellen

jenes Stromas sah Heidenhain mit Fetttropfen gefüllt. Es wird demnach durch den Zusammenhang der Epithelialzellen mit den, Bindegewebskörperchen analogen Zellen der Darmschleimhaut ein System von mit selbstständigen Wandungen versehenen Hohlräumen gebildet, welche praeformirte Wege für das Fett aus dem Darmkanal in die Chylusgefässe darstellen. Den directen Uebergang dieses Zellsystems der Darmschleimhaut in Chylusgefässe hat aber Heidenhain, obgleich er ihn für höchst wahrscheinlich hält, nicht nachweisen können.

Schon vor Heidenhain hatte Leydig ¹⁾ die Anfänge der Chylusgefässe in den Bindegewebskörperchen gesucht, in verzweigten Hohlräumen des Bindegewebes, welche in der Achse der Zotten zu einem grösseren Raum, dem centralen Chylusgefäss, zusammenfliessen, welches dann in die tieferen, selbstständigen Chylusgefässe der Darmschleimhaut übergeht. Mit dieser Annahme von Bindegewebskörperchen statt Chyluscapillaren will Leydig lediglich nur die „interstitiellen Lücken“ Brücke's und die „ungebahnten Wege“ Funke's unter einen bestimmten histologischen Gesichtspunkt bringen. Brücke ²⁾ lässt den Chylus sich in freie interstitielle Lücken des Bindegewebes in den Zotten und zwischen den Lieberkühnschen Drüsen ergiessen und aus diesen dann die Chylusgefässe entspringen. Funke ³⁾ lässt die Fetttropfen sich selbst ihren Weg durch die weiche Zottensubstanz bahnen; diese Wege haben also, wie bei Brücke, keine selbstständigen Wandungen, welche Leydig dagegen annimmt. Auch Billroth ⁴⁾ spricht

1) Leydig, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt a. M. 1857. S. 245 und 403.

2) Brücke, Ueber die Chylusgefässe und die Resorption des Chylus. Wien 1853. S. 12.

3) Funke, Lehrbuch der Physiologie, II. Auflage. Leipzig 1859. S. 237.

4) a. a. O. S. 172.

die Vermuthung aus, dass die Chylusgefässe sich als inter-fibrilläre oder interstitielle Räume zwischen den Bindegewebsfasern der Darmschleimhaut verhalten; die Bindegewebskörperchen aber wären als äusserst platte Körperchen zunächst den Wandungen dieser Räume zu denken, setzten später aber, indem noch Intercellularsubstanz zu ihnen tritt, die geschlossenen Gefässkanäle zusammen.

Nach Frey ¹⁾ scheint eine Verbindung der Cylinderzellen des Darmepithels mit den Röhren von Bindegewebskörperchen und dieser mit den Chylusgefässen nicht stattzufinden. Obgleich dieser Autor sich von der Existenz von Ausläufern an den Epithelialzellen des Froschdarmes überzeugte, und annimmt, dass sie sich in das Schleimhautgewebe einsenken, so hält er es doch noch für unermittelt, ob sie auch den Säugethieren und dem Menschen zukommen. Lambl ²⁾ hält den Zusammenhang des Darmepithels mit zarten Capillarräumen des Bindegewebes der Darmschleimhaut für einen von Heidenhain zur Evidenz nachgewiesenen, und beobachtete selbst Ausläufer an den Zellen des Darmepithels. Ferner fand Lambl die instructivsten Belege für die unmittelbare (Röhren-) Communication der Cylinderepithelien mit Bindegewebskörperchen in der homogenen Lagermasse von Cystosarcomen, namentlich in Cystenparenchymen mit Drüsenn Neubildung. Kölliker ³⁾ hält das, was Heidenhain über die Zellen im Innern der Zotten und der Schleimhaut sagt, im Wesentlichen für begründet, und hat am Frosch Bilder gesehen, die dafür sprechen, dass diese Zellen wie Binde-

1) Frey, Histologie und Histochemie des Menschen. Leipzig, 1859. S. 476 und 215.

2) Prager, Vierteljahrsschrift für die pract. Heilkunde. 1859. Bd. 1. S. 12 und 13.

3) Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 3. Aufl. Leipzig 1859. S. 424.

gewebkörperchen Ausläufer haben; dagegen war er noch nicht im Stande einen Zusammenhang derselben mit dem Epithel zu finden. Kölliker hält die Belege für Heidenhain's Theorie überhaupt für unvollständig, stellt namentlich die Existenz der Epithelialzellen-Ausläufer in Zweifel, sowie er es auch für unwahrscheinlich hält, dass sich die Zellen aus dem Parenchym im Zusammenhang mit den Epithelialzellen isoliren lassen.

Die physiologische Wichtigkeit dieser Frage, sowie der Umstand, dass einzelne Punkte in der Theorie Heidenhain's nicht sicher genug nachgewiesen zu sein schienen, und dass spätere Beobachter nur einzelne Angaben desselben bestätigten, oder gar dieser ganzen Auffassung entgegentraten — alles dieses gab mir Veranlassung zu versuchen, durch eigene Untersuchung dieser Verhältnisse ein Urtheil über dieselben zu gewinnen.

Es konnte dabei nicht meine Absicht sein, eine Darstellung der Ansichten über die Ursprünge und das Verhalten der Chylusgefäße zu liefern, oder vergleichende anatomische Untersuchungen über das Epithel und das Schleimhautstroma des Darmes anzustellen, sondern ich habe es lediglich für meine Aufgabe gehalten, die von Heidenhain beschriebenen Verhältnisse einer nochmaligen Untersuchung zu unterwerfen. Es ist daher vieles, was auf den Bau des Epitheliums und der Schleimhaut des Darmes Bezug hat, nur flüchtig oder gar nicht erwähnt, und auch in Bezug auf die hier behandelten Verhältnisse muss ich bemerken, dass länger fortgesetzte Untersuchung derselben, so wünschenswerth sie war, mir nicht möglich wurde, da nur eine kurz zugemessene Zeit mir zu meiner Arbeit zu Gebote stand.

Das durch die Untersuchungen gewonnene Material habe ich in zwei Abschnitte gebracht. In dem ersten sind die von mir gemachten Beobachtungen über das Darmepithelium, besonders in Bezug auf die Beschaffenheit des oberen und unteren

Endes der Zellen gegeben. Der zweite Abschnitt handelt, soweit es durch Heidenhain's Theorie veranlasst wurde, über die Beschaffenheit des Gewebes der Darmschleimhaut und dessen Beziehung zu den Epithelialzellen. Am Schlusse ist eine kurze Recapitulation der Resultate der angestellten Untersuchungen gegeben.

1. Das Darmepithelium.

Da man sich den Durchtritt des unverseiften Fettes durch mit wässrigen Flüssigkeiten getränkte Membranen fast ebenso schwierig vorstellt, als den Durchtritt fester Partikeln, so hat man nach bestimmten anatomischen Einrichtungen geforscht, die diese Schwierigkeiten beseitigten. So hat man denn auch schon an den Theilen, die das Fett auf seinem Wege aus dem Darm in die Chylusgefässe zuerst zu durchdringen hat, nämlich in der Epithelialschicht, nach histologischen Vorkehrungen für die Fettresorption gesucht und dergleichen auch zu finden geglaubt. Man ist aber noch keineswegs dazu gelangt, eine unbestrittene und allgemein anerkannte Ansicht über diese Verhältnisse aufstellen zu können. Wie sehr die Ansichten noch differiren, lässt sich schon aus einer kurzen Aufzählung der bekannteren derselben erschen.

Zunächst achtete man auf das breite, der Darmhöhle zugekehrte Ende der Epithelialzellen. Henle¹⁾ beschreibt an demselben einen hellen Saum, der ihm eine Verdickung der Zellenwand zu sein scheint, ohne dass er indessen diesem Verhältniss eine Beziehung zur Fettresorption zuschreibt. Er spricht aber auch von einer Intercellularsubstanz, die zwischen den Zellen hervordringend, als gleichmässige Schicht auf den Basal-

1) Henle, Allgemeine Anatomie, Leipzig 1841. S. 239 u. 225, und Henle, Symbolae ad anatomiam villorum intestinalium, Berolini 1837. S. 15.

enden derselben aufliegt. Brücke¹⁾ stellte die Ansicht auf, dass an der, der Darmhöhle zugewendeten breiten Basis der Epithelialzellen keine Zellenmembran vorhanden sei, sondern der Verschluss der Zelle hier nur durch einen Schleimpfropf gebildet werde. Obgleich nun diese Vorstellung im Widerspruch steht mit der allgemein angenommenen Definition der Zelle, als eines allseitig geschlossenen Bläschens, und sich auch diese grosse Oeffnung an der Basis der Zellen durch mikroskopische Beobachtungen nicht direct beweisen liess, so fand Brückes Ansicht doch in Moleschott²⁾ einen eifrigen Vertheidiger, während sie sonst allseits auf wenig Anklang traf.

Kölliker³⁾ entdeckte an dem Basalsaum der Epithelialzellen eine feine, dichte Streifung und deutete diese als den Ausdruck von Porenkanälchen, welche die verdickte Zellenwand senkrecht durchsetzen. Vorher hatte schon Funke⁴⁾ diese Streifung gesehen, jedoch nur vermuthet, dass es Porenkanälchen sein könnten. Donders⁵⁾ nimmt ebenfalls Porenkanälchen in der verdickten Basalwand an. Leydig⁶⁾ spricht von einer Cuticula des Epithels als einer homogenen über die Epithelialzellen ausgeschiedenen Lage, die von Porenkanälchen durchsetzt ist. Welcker⁷⁾ nennt den Saum eine verdickte, äussere Wand oder Belegungsschicht, und hat sich von der Existenz von Poren in derselben überzeugt; er lässt es aber unentschieden, ob diese Poren bis in den Hohlraum der Zellen eindringen oder nicht.

1) a. a. O. S. 8—10.

2) Moleschotts Untersuchungen zur Naturlehre d. Menschen u. d. Thiere. Bd. II. 1857. S. 132.

3) Verhandlungen d. physikalisch-medizinischen Gesellschaft in Würzburg. Bd. VI. 1856. S. 253.

4) Siebold u. Kölliker Zeitschrift f. wissenschaft. Zoologie. Bd. VII. S. 315.

5) Moleschotts Untersuchungen. Bd. II. 1857. S. 116.

6) a. a. O. S. 310.

7) Henle u. Pfeufer, Zeitschrift für rationelle Medicin. Neue Folge Bd. VIII S. 239.

Frey¹⁾ bezeichnet den Saum als eine geronnene, von der Zellenmembran verschiedene Proteinsubstanz, und ein auf den Zellen liegendes Secret; er nimmt gleichfalls Porenkanälchen in diesem an.

Brettauer und Steinach²⁾ erklärten den in Rede stehenden Basalsaum für zusammengesetzt aus gleich langen, feinen, prismatischen Stäbchen, die ohne weitere Zwischensubstanz direct auf dem Zelleninhalt aufstehen. Sie gaben somit nur eine Modification der Brücke'schen Ansicht. Heidenhain³⁾ nimmt gleichfalls die Existenz von Stäbchen an, und Billroth⁴⁾ hält sie wenigstens für wahrscheinlich, meint aber, dass unter den Stäbchen noch die eigentliche Zellenmembran vorhanden sei, als deren Ausscheidung die Stäbchen zu betrachten wären. Basch⁵⁾ sah am Darm der *Blatta orientalis* die Stäbchen so deutlich, dass er jede andere Ansicht über den Ursprung der Streifung verwerfen muss.

Lamb⁶⁾ sagt, dass der helle Saum an der Basis der Epithelialzellen sich bei hinreichender Vergrößerung als trichterförmiger Ansatz mit frei mündender Oeffnung erweise. Die zarten Streifen im Saum, die als Porenkanälchen hingestellt wurden, findet er an frischen, mit Fettkörnchen gefüllten Zellen nicht, und nimmt an, dass sie für den Act der Resorption auch nicht unabweislich postulirt seien.

Die neueste und zugleich auffallendste Ansicht über die Beschaffenheit des Basalsaumes spricht Moritz Schiff⁷⁾ aus.

1) a. a. O. S. 214 u. 128.

2) Brettauer u. Steinach, Untersuchg. üb. d. Cylinder-Epithelium d. Darmzotten. Wien 1857. (Separat-Abdruck aus d. Sitzungsberichten d. Academie d. Wissenschaften. Bd. XXIII S. 303.)

3) Moleschotts Untersuchungen Bd. IV. 1858. S. 255.

4) a. a. O. S. 173.

5) Moleschotts Untersuchungen Bd. VI. Heft 4. S. 369.

6) a. a. O. Anm. zu S. 13.

7) Moleschotts Untersuchungen Bd. II. S. 355.

Ihm schien es, als wenn der obere helle Rand der Zellen aus vier bis sechs Lappen bestände, die er mit dem bekannten Kauorgan der *Nassula* vergleicht. Er hat an diesen Lappen noch keine Bewegung gesehen, glaubt aber einer Mittheilung Gruby's entnehmen zu können, dass sie vielleicht beweglich seien. Bei der Resorptionsthätigkeit erscheint der Rand wie verkürzt, und da die Streifung nicht die Merkmale wahrer Zusammenziehung trägt, so vermuthet er, dass sich die Lappen nach der Mitte zu gegen einander neigen. Den Eintritt der Fettkügelchen in die Epithelialzellen vergleicht Schiff mit der Ernährungsweise mancher Infusorien, die feste oder halbweiche Substanzen von aussen in sich hineinpresse, und die dazu nöthigen „festeren, Aufnahmsorgane“ vermuthet er eben in den Lappen.

Wie man sieht, laufen im Grunde die meisten vorgetragenen Deutungen des mikroskopischen Bildes des Basalsaumes der Epithelialzellen darauf hinaus, die Scheidewand zwischen dem Zelleninhalt und dem im Darm befindlichen Fett hinwegzuräumen und grössere oder kleinere Oeffnungen in der Zellenmembran zu finden. War nun aber auch vermittelst dieser vermeintlichen Einrichtungen das Fett in Tröpfchen in die Zellenhöhle gelangt, so waren immer noch nicht alle Schwierigkeiten überwunden. Um in das Innere der Zellen und in die Anfänge der Chylusgefässe zu gelangen, musste das Fett dasselbe Hinderniss, die Zellenmembran, noch einmal überwinden. Es lag also sehr nahe, auch am untern, auf der Schleimhaut aufsitzenden Ende der Epithelialzellen ähnliche Einrichtungen anzunehmen, die das weitere Fortdringen der Fetttröpfchen ermöglichten. Die Existenz von Oeffnungen an den Zellenspitzen wurde denn auch von mehreren Autoren behauptet. So haben schon Gruby und Delafond, wie Brücke anführt, von einer Oeffnung am spitzen Ende der Zellen gesprochen, und

Brücke¹⁾ selbst nimmt ebenfalls, aus theoretischen Gründen, solche Oeffnungen an.

Eine ganz neue Anschauungsweise dieses Verhältnisses wurde von Heidenhain²⁾ erörtert; er nimmt an, dass die auf der Schleimhaut aufsitzenden Enden der Epithelialzellen mit hohlen Fortsätzen oder Ausläufern versehen sind, durch welche sie direct mit einem netzartigen Röhrensystem zusammenhängen, welches im Innern der Schleimhaut aus den Bindegewebskörperchen analogen Zellen und deren Ausläufern gebildet wird. Lamb³⁾ stimmt Heidenhain's Ansicht unbedingt bei. Frey⁴⁾ nimmt, wenigstens für den Frosch, gleichfalls die Existenz von Ausläufern an den Epithelialzellen der Darmschleimhaut an, und hält ihren Zusammenhang mit Bindegewebskörperchen wenigstens für wahrscheinlich, fügt aber hinzu, dass es zur Zeit noch unermittelt sei, ob dergleichen auch bei höhern Wirbelthieren und dem Menschen vorkomme. Billroth⁵⁾ sah an den Darmepithelien von Anodonta, vom Frosch und Wassersalamander lange Fortsätze, die er für feine Röhren hält. Henle⁶⁾ schon hatte gesagt (über das Cylinderepithelium im Allgemeinen), dass ihm zuweilen cylindrische Zellen vorgekommen seien, die hinter dem gewöhnlichen Kern abermals anschwellen und in dieser Anschwellung einen zweiten Kern enthielten, zuweilen auch sich in lange Fäden auszogen, die offenbar abgerissen waren, und von denen er nicht sagen könne, mit welchen Theilen sie in Verbindung gestanden haben mögen; doch fände er das so selten, dass er es für eine Abnormität halte. Donders⁷⁾

1) a. a. O. S. 10.

2) a. a. O. S. 277.

3) a. a. O. S. 12.

4) a. a. O. S. 215. Anm. 5.

5) a. a. O. S. 165 u. 171.

6) Henle, Allgem. Anatomie. Leipzig 1841. S. 244.

7) a. a. O. S. 117.

hält es für erwiesen, dass an der Spitze der kegelförmigen Zellen keine wirkliche Oeffnung sich vorfindet; und Kölliker¹⁾ erklärt die Ausläufer, die Heidenhain beschreibt, für Artefacta. Gewöhnlich werden die Zellenspitzen als geschlossen und abgerundet beschrieben.

Indem ich mich dazu anschickte, durch eigene Untersuchungen zu einer klaren Anschauung der noch streitigen Verhältnisse des Darmepitheliums zu gelangen, musste es mir daran liegen, einerseits das Epithel in einem Zustande zu erhalten, der dem im lebenden Thiere möglichst ähnlich war. Ich habe deshalb das von eben getödteten Thieren entnommene Epithel nur mit dem anhängenden Darmschleim, ohne weiteren Zusatz, der microscopischen Untersuchung unterworfen. Andererseits war es mir aber auch von Interesse den Einfluss verschiedener Reagentien auf die Epithelialzellen kennen zu lernen. Die angewendeten Reagentien werden an den betreffenden Orten angeführt werden. Vorzugsweise habe ich die Därme von Fröschen, Hunden und Katzen zu den Untersuchungen benutzt, die gefundenen Verhältnisse jedoch auch bei Ratten, Mäusen, Meer-schweinchen, beim Kalbe und Schwein bestätigt gefunden.

Von eben getödteten Thieren lassen sich aber fast gar nicht isolirte Epithelialzellen darstellen. Durch Hinstreifen über die Schleimhaut mit einem Scalpell, sowie durch Zerzupfen von Schleimhautstückchen mittelst Staarnadeln, erhält man meist nur ganze Zotten oder Stücke derselben und grössere von zusammenhängenden Zellen gebildete Lappen oder Fetzen des Epitheliums. Leichter wird das Isoliren einzelner Zellen, wenn man die Därme einige Stunden in der geöffneten Bauchhöhle, dem Zutritt der Luft ausgesetzt, liegen lässt und sie nur vor dem

1) Kölliker Handbuch d. Gewebelehre 3. Aufl. Leipzig 1859. S. 425.

Vertrocknen schützt. An solchen frischen Epithelialzellen, die ich entweder nur mit dem anhaftenden Darmschleim untersuchte, oder nach Zusatz von Flüssigkeiten, die die Form der Zellen nicht ändern, wie Galle, Lösungen von phosphorsaurem Natron (5 proc.) oder Kochsalz (2 proc.), fand ich die allgemeinen Eigenschaften der Zellen mit den gewöhnlichen Beschreibungen übereinstimmend. Ich brauche deshalb nur auf gewisse Verhältnisse specieller einzugehen, die in näherer Beziehung zu den Ansichten Heidenhain's stehen. Ich will hier nur beiläufig erwähnen, dass ich die einzelnen Zellen immer von conischer Gestalt fand, nicht allein an stark gekrümmten Flächen, wie z. B. an den Spitzen der Zotten, wo die der Schleimhaut aufsitzenden Zellen näher an einander gedrängt sind, sondern auch an weniger gewölbten Flächen, wie an den Seiten der Zotten. Und wenn auch einzelne Zellen keinen sehr grossen Unterschied in der Breite der obern und untern Enden zeigten, so waren das seltene Fälle, die deshalb nicht als Regel gelten können. Ferner will ich noch bemerken, dass der längliche Kern fast immer etwas unterhalb der Mitte der Zellen sass, und dass ich oft an Stelle eines einfachen Kernkörperchens zwei bis drei, auch wol vier und fünf dunkle Punkte von fast gleicher Grösse wahrgenommen habe; auch fiel es mir auf, dass diese Punkte, die ich für Kernkörperchen halte, manchmal, besonders beim Frosch, in eine Reihe geordnet waren, in der Richtung des Längsdurchmessers des Kernes.

Eine genauere Betrachtung als die ebenerwähnten Verhältnisse verlangt die Beschaffenheit der beiden Enden der Epithelialzellen. Ich will fernerhin, der Kürze wegen, das obere, breite, der Darmhöhle zugewendete Ende als das Basalende, und das untere, auf der Schleimhaut aufsitzende als das spitze Ende der Zellen bezeichnen. Wenden wir uns zunächst zu dem ersteren.

A. Das Basalende der Zellen. — Betrachtet man die Epithelialzellen von der Seitenfläche, so sieht man einen schmalen Saum über ihre Basalenden hinziehen. Derselbe wird von zwei parallel verlaufenden Linien begrenzt, von denen die untere, dem Zelleninhalt nähere, meist weniger scharf, oft undeutlich und verwischt erscheint. Dieser Streifen oder Saum ist heller als der, meist etwas getrübe Zelleninhalt, und findet sich sowohl am Epithel, das noch auf den ganzen Zotten aufsitzt, als auch an von diesen abgetrennten Zellenreihen und an vereinzelter Zellen. In der Regel zeigt er keine, den Grenzen benachbarter Zellen entsprechende Unterbrechungen, sondern geht als continuirlicher, heller Streifen über ganze Zellenreihen hinweg, oder bildet in derselben Weise die äusserste Begrenzung der Zotten. Dieses Verhältniss ist aber keineswegs ein ausnahmsloses, da ich oft an einzelnen Zellen den Saum fehlen sah; dann war das Basalende nur durch eine einfache Linie, die unmittelbare Fortsetzung des übrigen Zellencontours, begrenzt. Ferner fand ich auch an ganzen Zellenreihen öfters grössere und kleinere, unregelmässige Lücken in diesem, über die Basalenden hinlaufenden, hellen Streifen, sowie auch manchmal senkrecht hindurchgehende dunkle Striche, durch welche für einzelne Zellen ein der Breite des Basalendes entsprechendes Stück des Saumes abgetheilt wurde. Ich konnte in diesen Verhältnissen keine Regelmässigkeit, die sich auf ein bestimmtes Gesetz beziehen liesse, wahrnehmen. Diese Lücken im Saum fanden sich häufiger als bei frischem Epithel, wenn die untersuchten Darmstücke einige Zeit in schwachen Chromsäurelösungen ($\frac{1}{2}$ — 1 gr. auf die Unze Wasser) oder in Lösungen von doppelt chromsaurem Kali (kalt gesättigt und dann mit 1 — 4 Theilen Wasser verdünnt) gelegen hatten, ebenso auch, wenn gleich weniger häufig als in den erwähnten Lösungen, nach Aufbewahrung der Darmstücke in reinem, oder mit ein bis zwei

Theilen Wasser verdünntem, rectificirtem Holzessig. Zusatz von Essigsäure liess diesen Saum breiter erscheinen, was ebenso wie die bei solcher Behandlung auftretenden unregelmässigen Höcker und Biegungen seiner äusseren Begrenzung auf eine Aufquellung zu beziehen ist. Setzte man frische Zellen längere Zeit der Einwirkung von Wasser oder Essigsäureverdünnungen aus, so verschwand öfter der Saum, ehe noch die Zellen selbst bedeutend verändert wurden. Ich fand einige Male an Präparaten, die mit Chromsäure oder chromsaurem Kali behandelt worden waren, Zellenreihen, an denen sich der Saum in Bogenform von den Basalenden einiger Zellen abgehoben hatte, während er sich zu den übrigen wie gewöhnlich verhielt. (Fig. VIII. b. c.) Oder es fanden sich auch Zellenreihen, an denen der Saum ununterbrochen war, während einzelne Zellen in der Reihe fehlten, so dass der Saum eine Art Brücke zwischen den einzelnen Zellen bildete. (Fig. VIII. a.) Aehnliches fand sich auch an isolirten Zellen; der Saum fehlte ganz, oder hatte sich in Form eines Bogens abgehoben, oder er hing nur noch mit einem Ende am Rande der Zelle an, oder er bedeckte nur einen Theil, nicht die ganze Breite des Basalendes (Fig. VIII. d. e. f.) An seinen beiden, den Seitenwänden der Zelle entsprechenden Enden war er entweder abgerundet, oder überragte auch wol die Seitenwände der Zelle, die dann dicht unter dem Saum plötzlich verschmälert und wie eingeschnürt erschienen (Fig. VIII. h.) Dieses seitliche Ueberragen lässt sich theils auf ein, nicht genau der Zellenbreite entsprechendes Abreissen des Saumes bei der Isolirung der Zelle, theils auf ein nach der Isolirung erfolgtes Aufquellen beziehen. Solche Zellen sehen manchmal so aus, als ob eine homogene Masse über ihren obern Rand hinüberquellte. In andern Fällen wieder fielen die seitlichen Begrenzungen des Saumes und der Zelle in eine und dieselbe gerade Linie zusammen (Fig. VIII. i.) —

Schon aus diesen Erscheinungen muss man entnehmen, dass der helle Basalsaum nicht als verdickte Zellenmembran selbst zu betrachten sei, da durch Fehlen desselben die Zelle nicht eröffnet wird, sondern am Basalende eine, der übrigen Zellenwand ganz gleiche Begrenzung zeigt. Das angeführte, von der Zellenwand verschiedene Verhalten des Saumes gegen Essigsäure und Wasser würde bei einer einfachen Verdickung der Zellenwand wol auch nicht vorkommen. Auch der Umstand, dass in erhärtenden Lösungen der Basalsaum spröde und brüchig wird, wie später noch erwähnt werden wird, deutet darauf hin, dass derselbe etwas von der Zellenmembran Verschiedenes ist. Das theilweise Fehlen des Saumes, oder die Lücken in demselben und die theilweise Abhebung könnte Folge der mechanischen Insulte bei der Vorbereitung zur mikroskopischen Untersuchung sein; vielleicht kommt aber auch schon im lebenden Thiere eine theilweise Abstossung oder Lösung des Basalsaumes vor.

Dieser helle Streifen an den Basalenden des Darmepithels ist nicht, wie Lambl annimmt, nur ein ring- oder trichterförmiger Ansatz auf dem Deckel der Zellen, sondern er ist die seitliche Ansicht einer gleichmässigen, membranartigen Schicht, die die Basalenden bedeckt. Man kann sich davon an flottirenden Fetzen aus zusammenhängenden Zellen überzeugen. Bei leisem, wechselnden Druck auf das Deckgläschen kann man solche Lappen in schaukelnde Bewegung versetzen und kleinere Lappen, für die Raum genug dazu vorhanden ist, rotiren wol auch so, dass man sie von allen Seiten betrachten kann. Man sieht dann mit vollkommener Deutlichkeit nicht Theile eines Ringes, sondern Stücke einer homogenen Platte über die Seitengrenzen der obern Enden der Zellengruppe herüberragen. Ob nun diese Auflagerung auf die Zellenbasen nur ein Niederschlag oder eine Coagulation des Darmschleimes, wobei allerdings die regelmässige Form und

scharfe Begrenzung nicht verständlich wäre, oder ob sie ein Ausscheidungsprodukt der Zellen selbst sei, kann ich nicht entscheiden. Henle ¹⁾ hält sie für Intercellularsubstanz, die, zwischen den Zellen hervordringend, sich als gleichmässige Schicht über die Basalenden ausbreitet. Kölliker ²⁾ und Frey ³⁾ bezeichnen sie als Zellensecret.

Längere Zeit hindurch gelang es mir bei meinen Untersuchungen nicht, die von Funke und Kölliker beschriebene und als Ausdruck von Porenkanälchen gedeutete, feine Streifung des Basalsaumes zu sehen. Anfangs schrieb ich das den angewandten schwachen Vergrösserungen zu (ich gebrauchte gewöhnlich $\frac{300}{1}$ und $\frac{500}{1}$ der kleinen Schieck'schen Instrumente D.); doch nachdem ich endlich jene Strichelung ebenfalls deutlich zu sehen vermocht hatte, überzeugte ich mich bald, dass auch bei Anwendung der stärksten Vergrösserungen, die mir zu Gebote standen ($\frac{820}{1}$ eines grossen Plössl'schen und $\frac{960}{1}$ eines grossen Schieck'schen Mikroskops), sehr häufig keine Spur eines solchen Verhältnisses wahrzunehmen ist.

Brettauer und Steinach, die diese Streifung des Basalsaumes als den Ausdruck einer Zusammensetzung aus einzelnen, direct dem Zelleninhalt aufsitzenden Stäbchen betrachten, machen über das Vorkommen derselben folgende Angaben:

1) Bei Meerschweinchen, die 20—24 Stunden gehungert hatten, und deren Epithelialzellen und Zotten fettleer waren, zeigte sich die Streifung immer sehr deutlich, die Stäbchen scharf contourirt. 2) Bei resorbirenden Meerschweinchen, wo Epithelialzellen und Zotten mit Fetttröpfchen gefüllt waren, war der Saum äusserst schmal und blass, und mit den besten

1) Henle Allgem. Anat. S. 225. und Symbolae ad anat. vill. int. S. 15.

2) Kölliker, Handb. d. Gewebelehre. 3. Aufl. S. 37.

3) a. a. O. S. 128.

Instrumenten keine Streifung zu sehen. Im Beginn der Resorption findet man Mischformen und Uebergangsstufen. 3) Auch an mit Fetttröpfchen gefüllten Zellen, deren Saum schmal und ungestreift war, zeigte sich ein breiterer Saum und mehr oder weniger deutliche Streifung, wenn man die Darmstücke 12—20 Stunden in einer Lösung von phosphorsaurem Natron liegen liess. Dasselbe fand statt, wenn man die Darmstücke mehrere Stunden an der freien Luft, oder in der Bauchhöhle der getödteten Thiere liegen liess. — Brettauer und Steinach empfehlen das Meerschweinchen als das geeignetste Object zur Untersuchung dieser Verhältnisse, fanden diese aber ebenso auch bei Hunden und Kaninchen.

Es ist mir nicht gelungen, diese Angaben bestätigt zu finden. Ich konnte weder die eben angegebenen Regeln, noch überhaupt irgend eine Regelmässigkeit im Vorkommen oder Fehlen der Streifung bemerken. Es ist übrigens auch andern und geübteren Beobachtern ähnlich ergangen. Selbst Heidenhain ¹⁾, der doch der von Brettauer und Steinach ausgesprochenen Ansicht völlig beizustimmen scheint, sagt: „Worin der Grund liegt, dass ich die Stäbchen nur in verhältnissmässig seltenen Fällen, in diesen freilich mit überraschender Deutlichkeit, auffinden konnte, bin ich zu ermitteln ausser Stande gewesen.“ Er spricht hier übrigens nur von Darmepithel der Frösche, welches mit Chromsäure und doppelt chromsaurem Kali behandelt wurde, und erwähnt nur noch, an Dünndarmstücken eines Kaninchens, die 8—10 Wochen in einer Lösung von doppelt chromsaurem Kali gelegen hatten, einen Stäbchenbesatz gesehen zu haben. Moleschott ²⁾ hat die Streifung des Basalsaumes häufig gesehen, sie aber auch unter denselben Um-

1) a. a. O. S. 255.

2) a. a. O. S. 133.

ständen sehr häufig vermisst, und findet sie überhaupt nicht beständig genug, um ihr eine Bedeutung für die Fettresorption beizulegen. Donders ¹⁾ mit Gunning und Cnoop Coopmans haben sie beim Frosch gar nicht gefunden, und auch beim Kaninchen, ohne einen Grund dafür angeben zu können, auffallend häufig vermisst.

Ich habe zwar die Streifung öfters gesehen, sie aber in der grossen Mehrzahl der von mir durchmusterten Präparate vermisst. Ich fand sie beim Frosch niemals, sah sie nur bei Meerschweinchen, Hunden, Katzen und Ratten, und zwar sowohl bei nüchternen Thieren, deren Darmepithel fettleer war, als auch, im Widerspruch zu den Angaben von Brettauer und Steinach, an gleich nach dem Tode untersuchten, stark mit Fett erfüllten Zellen resorbirender Thiere. An den erwähnten Thieren sah ich die Streifung des Basalsaumes sowohl bei Zellen, die nur im anhaftenden Darmschleim untersucht wurden, als auch nach Zusatz von Wasser und der früher erwähnten Lösungen von Kochsalz und phosphorsaurem Natron. Ebenso fand ich auch mehrere Mal an Darmstücken vom Hunde, welche ungefähr 4—5 Wochen in einer kaltgesättigten und dann mit der gleichen Menge Wasser versetzten Lösung von doppelt chromsaurem Kali gelegen hatten, deutliche Streifung des Basalsaumes, sowohl an fettleeren, als auch an mit Fett erfüllten Zellen. Ich muss noch besonders hervorheben, dass in allen Fällen, wo ich die Streifung des Saumes sah, selbst in einem und demselben Präparate Zotten und Zellenreihen vorkamen, an deren Saum keine Streifung sichtbar war, ja es kam auch vor, dass an ein und derselben Zotte die Streifung stellenweise fehlte. Ferner fiel es mir auf, dass ich nie an ganz isolirten Zellen, sondern nur immer an grössern Reihen derselben die Streifung wahrnehmen konnte.

1) a. a. O. S. 115.

Ich fand diese Streifung des hellen Basalsaumes bei dreihundertfacher Vergrösserung nur schwach angedeutet, so dass sie leicht übersehen werden konnte. Bei fünfhundertfacher Vergrösserung erschien sie aber hinreichend deutlich, und ich habe von der Anwendung der oben erwähnten stärkeren Vergrösserungen keine besonderen Vortheile gesehen. Die besagte Streifung erschien mir als eine ziemlich dichte Reihe von dunklen Strichen, die auch an derselben Zelle von ungleicher Breite waren; auch war der Abstand der einzelnen Striche von einander kein regelmässiger, sondern bald grösser, bald geringer. Die Streifen fingen immer am äussersten Rande des Saumes an, und zogen dann, sich meistens verschmälernd, gegen die innere Begrenzung, zum Zelleninhalte hin, erreichten diese aber nicht, sondern hörten meist schon früher mit einem undeutlichen Ende auf. Hin und wieder schien es auch, als ob die Streifen durch den Saum hindurch sich, obgleich nicht sehr tief, auf den Zellenkörper selbst erstreckten. Donders ¹⁾ hat dieselbe Beobachtung schon früher gemacht. Ebenso wechselnd und unbeständig, wie die Breite und Länge der Streifen und der Abstand der einzelnen Streifen von einander, war auch die Zahl der zu jeder Zelle gehörigen Streifen. Wirklich deutlich begrenzte und als solche erkennbare, isolirte Stäbchen habe ich nie gesehen. Die Streifung des Basalsaumes machte vielmehr immer den Eindruck, als sei sie etwas Zufälliges und vielleicht durch Faltung hervorgerufen; auch kann ich mehrere Beobachtungen anführen, die diese Deutung begünstigen. Schon der Umstand, dass diese Streifung sich vorzugsweise deutlich an eben getödteten Thieren findet, wo die Darmzotten gewöhnlich contrahirt sind, würde es wahrscheinlich machen, dass die Streifung der Ausdruck einer Runzlung und Faltenbildung der membra-

1) a. a. O. S. 115.

nösen Schicht sei, die die Basalenden der Zellen überzieht, obgleich man dann allerdings auch erwarten dürfte, dass sie sich unter diesen Umständen, häufiger als wirklich geschieht, vorfinde. Es fand sich auch Streifung an den Basalsäumen von Zotten, bei denen man, da die bekannten Einkerbungen am Zottenrande fehlten, schliessen konnte, dass keine, oder nur eine geringe Contraction stattfinde; doch würde dieser Umstand gerade nicht gegen die versuchte Erklärung sprechen, da es sich wol denken lässt, dass eine schwächere Contraction, die noch keine Einkerbungen des Zottenrandes hervorruft, schon genügt, eine feine Faltung und Runzelung in der die Zotten überziehenden äussersten Schicht zu bedingen. Eine Beobachtung, die ich an Blutkörperchen des Frosches machte, zeigte mir, dass durch Schrumpfung von Zellen eine feine und dichte Streifung ihres Randes entstehen kann. Diese Blutkörperchen waren durch eine gesättigte Lösung von doppelt chromsaurem Kali etwas gerunzelt und zeigten an ihrem Rande eine Streifung, die ganz ebenso aussah, wie die Streifung des Basalsaumes des Darmepitheliums. Nach Wasserzusatz verschwanden die Streifen am Rande der Blutkörperchen, indem durch Aufblähung derselben die Falten und Runzeln sich ausglich. Ein ähnliches Verhalten zeigten unter gleichen Umständen auch die Darmepithelien. An Darmstücken vom Hunde, die in einer Lösung von doppelt chromsaurem Kali aufbewahrt wurden, fand sich eine Streifung des Basalsaumes, die an denselben Darmstücken im frischen Zustande nicht vorhanden war. Diese Streifung schwand allmählig nach Zusatz von Wasser, rascher noch, wenn man ein wenig Essigsäure zusetzte.

Ausser der Bildung von Falten giebt es aber auch wol noch andere Momente, die ein streifiges Aussehen des Basalsaumes veranlassen könnten. So würden Risse und Sprünge in der auf den Basalenden der Zellen liegenden homogenen

Schicht, im Basalsaum ebenfalls als Streifen erscheinen. Ebenso zeigt sich auch öfters am ungestreiften Basalsaum frischer Zellen, bei der nach Zusatz von Wasser oder Essigsäure beginnenden Auflösung desselben, ein zerfasertes und zerklüftetes Aussehen, wobei öfters auch die Formen von Würzchen, Stäbchen und kurzen, feinen Fäden entstehen, alle blass und von ungleichen Dimensionen, da ihre Form nur vom Zufall abhängt. Moleschott ¹⁾ hat ähnliche Beobachtungen gemacht; ich will hier seine eigenen Worte anführen: „Drittens kommen von der Streifung bis zur Spaltung, von der Rauigkeit bis zur Verreissung, von der sägeförmigen Einkerbung bis zur rosenkranzförmigen Abschnürung, von der vollkommensten Glätte und Gleichartigkeit bis zur unregelmässigsten Wellenlinie, am hellen Saum alle möglichen Uebergänge vor, so dass mir der Gedanke viel näher liegt, es handle sich um ein zufälliges Erzeugniss nach dem Tode, als um einen regelmässigen Bau, der den Fetttropfen bestimmten Wege vorzeichne.“ Auch Donders ²⁾ spricht von einer unebnen, franzenartigen Beschaffenheit der freien Oberfläche der Zellen, die sich immer einige Stunden nach dem Tode entwickelt und einer beginnenden Auflösung zuzuschreiben ist.

Wie die Streifung des Basalsaumes nun aber auch entstehen möge, so viel glaube ich aus dem bereits Angeführten schliessen zu dürfen, dass sie wegen ihres, den Anschein der Regellosigkeit und des Zufalls tragenden Vorkommens nicht als eine besondere Einrichtung für die Fettresorption betrachtet werden könne. Bereits oben wurde schon angeführt, dass der helle Saum etwas von der eigentlichen, das Basalende verschliessenden Zellenmembran Verschiedenes sei, es wurde auch

1) a. a. O. S. 134.

2) a. a. O. S. 134.

darauf hingewiesen, dass durch das Fehlen oder die Abhebung des Saumes die Zelle nicht eröffnet werde. Aus den gleich anzuführenden Beobachtungen über das Bersten und Aufquellen der Zellen ersieht man ebenfalls deutlich genug, dass am Basalende die eigentliche Zellenmembran die Zellen verschliesse, und der Verschluss nicht von einem blossen Schleimpropf, oder einem Aggregat von Stäbchen, oder einer verdickten, aber von Porenkanälchen durchlöcherten Membran gebildet werde.

Wie schon erwähnt, löst sich der Saum theilweise oder ganz auf, wenn man längere Zeit Wasser oder sehr verdünnte Salzlösungen, oder verdünnte Essigsäure auf ihn einwirken lässt. Die Zellen selbst werden dabei in ihren Contouren blasser und schwellen auf, indem ihre conische Form sich in eine birnförmige oder kuglige verwandelt. Das geschieht sowol an frischen Zellen als auch, obgleich langsamer, nach vorausgegangener Behandlung mit erhärtenden Lösungen. In letzterem Falle findet man aber gewöhnlich an der aufgequollenen, rundlichen Zelle noch einen fadenförmigen Anhang oder Fortsatz von verschiedener, oft bedeutender Länge (Fig. III. a.). Dauert die Einwirkung wässriger Flüssigkeiten noch länger fort, so bersten endlich die aufgeschwollenen Zellen, ihr Inhalt tritt heraus und die leere Zellenhülle bleibt nach, hält wol noch einen Theil des Inhaltes und häufig auch den Kern zurück, der dann fast immer an der, der Spitze der frühern Kegelform entsprechenden Stelle sitzt. Es ist mir nun einige Male geglückt, gerade den Moment des Berstens vereinzelter Zellen zu beobachten und zu sehen, wie der Inhalt austritt. Es geschah dies folgendermassen. Die sehr blassen und undeutlichen Umrissse der aufgequollenen Zelle werden plötzlich auffallend scharf und deutlich; zugleich wird die ganze Zelle kleiner und in demselben Moment erscheint an der Stelle, die der Basis der frühern Kegelform entspricht, der zarte Umriss einer blassen, fast durchsichtigen Kugel, die rasch

aus der an dieser Stelle geborstenen Zelle heraustritt. Diese Kugel, die oft bedeutend grösser ist, als die ursprüngliche Zelle, ist der aufgequollene Zelleninhalt selbst, oder nur ein Theil desselben; denn man sieht die nachbleibende Zellenhöhle entweder bis auf den Kern ganz leer, oder es ist noch ein Theil des Inhaltes, durch eine bogenförmige Linie begrenzt, um den Kern herum zurück geblieben (Fig. III. b.). Dieser untere Theil der Zelle erscheint dann auch dunkler als der obere leere Theil, und ist oft, wie schon die gequollenen Zellen selbst, mit einem Fortsatz versehen, der häufig wie abgerissen erscheint. Die leeren Zellenmäntel besitzen immer sehr scharfe und deutliche Umrissse, während die aufgequollenen Zellen, wie erwähnt, sehr blass sind und weniger scharfe Contouren haben. Brettauer und Steinach fanden ebenfalls die leeren Zellenmäntel stärker contourirt, und erklären das aus einer zweiten Lichtreflexion an der innern Fläche der leeren Zellenmembran.

Nach dem Austritt des Inhaltes kann man in die jetzt am Basalende offene Zelle hineinschen. Die Ränder dieser Oeffnung sind zuweilen, wie es auch Brettauer und Steinach beschrieben, glatt und rein gezeichnet (Fig. III c), viel häufiger aber finden sich an diesem Rande noch Reste der Basalmembran vor. Diese bilden entweder unregelmässige Fetzen, die ununterbrochen mit den Seitenwänden zusammenhängen, oder die Basalmembran ist durch den andrängenden Zelleninhalt in der Mitte durchgerissen und ihre beiden Hälften, wie die Flügel einer Doppelthür, nach aussen umgeschlagen (Fig. III. b). Der Riss, den die Zelle erleidet, trifft immer das Basalende; da nun die Zellenmembran, wie es den Anschein hat, überall von gleicher Dicke ist, so mus man vermuthen, dass die Basalfläche einen stärkern Druck durch den aufquellenden Zelleninhalt erleidet, als die Seitenwände der Zelle.

Der Umstand, dass die Zellen überhaupt kuglich aufquellen,

so wie auch, dass nach dem Bersten derselben die Stelle, an der der Riss eintrat, als solche erkennbar ist, kann wol als Beweis dafür gelten, dass das Basalende der Zellen von einer Membran verschlossen ist, die unmittelbar in die Seitenwände übergeht.

Auch Brücke ¹⁾ schon hat den Austritt des Zelleinhalts beschrieben. Er erklärt die erwähnten, zarten, blassen Kugeln ebenfalls für den Zelleninhalt, hat auch öfters Fetttropfen und selbst den Kern in ihnen gesehen, fügt aber hinzu, dass er dabei keinerlei Discontinuität in dem Vorgang wahrnehme, die auf das Zerreißen einer Membran schliessen lasse, sondern dass der Inhalt aus dem vordern, vollkommen und seiner ganzen Breite nach offenen Ende der Zelle austrete. Da er aber dieses Austreten des Inhaltes nur am Rande von Zotten und nicht an einzelnen Zellen beobachtet zu haben scheint, so konnten die Reste der zerrissenen Basalmembran leicht übersehen werden.

Die erwähnten zarten, blassen Kugeln scheinen dasselbe zu sein, was Kölliker ²⁾ als „helle Tropfen und Perlen“, Frey ³⁾ als „glashelle Tropfen“ beschreibt, die aus dem Basalsaum hervorquellen. Nach Kölliker treten diese hellen Tropfen durch die noch unverletzte Membran hindurch, ohne dass der Basalsaum, ausser dass er etwas breiter wird, eine Aenderung erleidet. Es ist nun gewiss schwierig, von einer am Saum einer Darmzotte erscheinenden hellen Kugel zu sagen, aus welcher Zelle sie austrat, ob aus einer noch unverletzten, oder aus einer hinter ihr liegenden und von ihr verdeckten, bereits geborstenen Zelle. Kölliker ⁴⁾ sagt übrigens selbst, dass „in gewissen Fällen“

1) a. a. O. S. 9.

2) Kölliker, Hdb. d. Gewebelehre. 3. Aufl. S. 422. u. Würzb. Verhandl. Bd. II. S. 255.

3) a. a. O. S. 214.

4) Würzburger Verhandlungen. Bd. VI. S. 256.

das Austreten des Zelleninhaltes auch durch ein Bersten der Zellenmembran begünstigt werde, in welchen Fällen der Saum an einer oder mehreren Stellen zerrissen erscheint. Ich kann nicht umhin anzunehmen, dass das nicht nur in gewissen Fällen, sondern immer so geschieht. Ferner habe ich nie sehen können, dass, wie Brücke anführt, der Zelleninhalt in wenig veränderter Gestalt austrete, oder wie Brettauer und Steinach ¹⁾ es beschreiben, nach dem Austritt noch die Kegelform und den Stäbchenbesatz beibehalte, aber von den Umrissen einer blassen Kugel umgeben sei. An Zellen, die so kuglich gequollen und dem Bersten nahe waren, habe ich gar keinen Saum mehr gefunden und vermüthe deshalb, dass Brettauer's und Steinach's conischer, von einer grossen, blassen Kugel umgebener, mit Stäbchenbesatz versehener Zelleninhalt wol nichts anderes war, als ausgetretene Kugeln, denen eine zweite unversehrte, conische Zelle adhärirte. Brettauer und Steinach sagen auch nicht, dass sie das, was sie als Zelleninhalt bezeichnen, aus den nebenliegenden leeren Zellenhüllen haben austreten sehen, wol aber sagen sie selbst, dass in den Zellen, die sie unter ihren Augen aufquellen sahen, der Inhalt gleichmässig vertheilt war. Ebenso möchte es sich auch wol mit einer Beobachtung Heidenhain's ²⁾ verhalten, die ihm für einen nähern Zusammenhang des Stäbchenbesatzes mit dem Inhalt der Zellen als mit der Zellenwand zu sprechen scheint. Er sah Zellen (jedenfalls doch aufgequollene, vergrösserte), bei denen sich der Zelleninhalt ganz vom Kegelmantel zurückgezogen hatte, während er mit der Basis und der Spitze in unmittelbarer Berührung blieb, so dass er einen Verbindungsstrang zwischen dieser und jener bildete. Heidenhain deutet hier den äussern blassen Umriss

1) a. a. O. S. 11.

2) a. a. O. S. 256.

als Zellenwand, während Brettauer und Steinach ihn mit Recht für die Begrenzung des ausgetretenen Zelleninhaltes halten. Ich habe solche Bilder nicht gehabt, füge aber zur Verdeutlichung der Beschreibung eine Copie der Abbildungen Brettauer's und Steinach's bei (Fig. V.).

B. Die Zellenspitze. — Anlangend den an die Schleimhaut grenzenden Theil der Epithelialzellen, oder die Zellenspitze, so sind schon am Anfange dieses Abschnittes die Ansichten über die Beschaffenheit derselben erwähnt worden. Ich wende mich daher sogleich zur Beschreibung meiner Beobachtungen über das Verhalten dieses untern Zellenendes. In der Beschreibung der Vorgänge beim Aufquellen und Bersten der Zellen wurde schon erwähnt, dass an vorher mit erhärtenden Lösungen behandelten und darauf durch Zusatz wässriger Flüssigkeiten aufgequollenen Zellen sich Ausläufer zeigen. Ebenso wurde auch erwähnt, dass an vielen leeren Zellenhüllen sich ein Anhang oder Fortsatz von verschiedener Länge vorfindet. Brettauer und Steinach bilden in ihrer Fig. 6. b. solche sehr kurz abgerissene Fortsätze an leeren Zellenmänteln ab, erwähnen aber in der Beschreibung nichts von Fortsätzen. Schon dieses Verhältniss wäre als Beweis für die von Heidenhain hervorgehobene Existenz von hohlen Fortsätzen an den Zellen des Darmepitheliums zu verwerthen, denn man kann diese Anhänge unmöglich als Kunstproducte betrachten; es wäre nicht einzusehen, wie ein und dasselbe Mittel auf beide Enden der Zellen einen verschiedenen Einfluss ausüben sollte, indem es das Basalende kuglig aufschwellt, die Spitze dagegen fadenförmig verschrumpft. Ebenso unerklärlich wäre es, wie durch eine Verschrumpfung und Verschmälerung der Zellenspitze diese eine Länge annehmen sollte, die öfters die der ganzen Zelle übertrifft.

Diese Fortsätze sind aber auch an frischen, unveränderten

Epithelialzellen vorhanden. Ich habe besonders Frösche und Hunde zur Untersuchung dieses Verhältnisses verwandt, jedoch auch an andern Thieren Heidenhain's Angaben über diesen Punkt bestätigt gefunden. Wie Heidenhain anführt, findet man an frischen Epithelialzellen verhältnissmässig selten Ausläufer, und diese sind dann meist kurz. Die Weise, in der solche frische Epithelialzellen zur mikroskopischen Untersuchung vorbereitet wurden, habe ich bereits am Eingange dieses Abschnittes erwähnt. An den meisten Zellen war kein Ausläufer sichtbar, und auch nicht einmal eine Andeutung davon vorhanden, dass an der Zellenspitze irgend etwas abgerissen sei, da ihr Umriss vollkommen glatt und gleichmässig war. An einzelnen Zellen erschien die Spitze blass, undeutlich begrenzt, wie abgerissen, und an noch andern fand sich ein gewöhnlich kurzer und nie mit einem deutlich begrenzten Ende versehener Ausläufer. Beim Frosch fanden sich die Ausläufer häufiger als bei andern frisch untersuchten Thieren, doch immer verhältnissmässig selten.

Viel häufiger, als bei frisch untersuchten Epithelialzellen, findet man die Ausläufer nach vorhergehender Behandlung mit erhärtenden Lösungen, woraus man mit Heidenhain schliessen dürfte, dass die frischen Epithelialzellen ebenfalls mit Ausläufern versehen sind, die aber wegen ihrer Weichheit und Zartheit leicht abreißen, und erst durch Einwirkung gewisser Mittel eine grössere Resistenz erlangen. Zur Erhärtung wurden benutzt: rectificirter Holzessig, rein, oder mit gleichen Theilen Wasser verdünnt; Lösung von $\frac{1}{4}$ —1 gr. Chromsäure in einer Unze Wasser; kalt gesättigte Lösungen von doppelt chromsaurem Kali, mit 1—2 Theilen Wasser verdünnt. Je nach der Dauer der Einwirkung und der Concentration der Lösungen trat auch die Erhärtung früher oder später und in höherem oder geringerem Grade ein. Bei längerer Dauer der Einwirkung der schwächeren Lösungen, oder auch schon nach kurzer Einwir-

kung der concentrirteren, schrumpften die Zellen zusammen, wurden schmaler und unbedeutend kürzer, und nahmen dabei allerlei sonderbare Krümmungen und Biegungen an. Schwächere Lösungen, die nur kurze Zeit einwirkten, veränderten die Form der Zellen wenig oder gar nicht. Am wenigsten schien mir die Zellenform durch Holzessig verändert zu werden und am stärksten durch Chromsäure. Es fiel mir auf, dass sich in derselben Lösung und an demselben Darmstück Zellen zeigten, die sehr stark geschrumpft und fast unkenntlich geworden waren, während andere fast gar keine Veränderung der Form erlitten zu haben schienen. Man musste doch erwarten, dass das angewandte Reagens auf alle Zellen gleich stark einwirken werde. Dass das nicht geschah, lässt sich vielleicht dadurch erklären, dass, um das Epithel nicht zu verletzen, bei Entfernung des Darminhalts jede eindringendere Manipulation vermieden wird, und deshalb der Darmschleim in sehr wechselnder Dicke auf den Zotten und Zellen zurückbleibt und die Einwirkung des Reagens auf die Zellen mannichfaltig modificirt. Doch ist diese Erklärung nicht ganz ausreichend, weil auch unter, soviel man sieht, ganz gleichen Umständen dasselbe Mittel nicht gleichmässig zu wirken scheint; so fand ich, dass von Darmstückchen desselben Thieres, die ich alle zusammen in dieselbe Lösung legte, nach gewisser Zeit einzelne so hart waren, dass man von ihnen Schnitte machen konnte, während andere noch ganz weich geblieben waren. Den Grund dieser Erscheinung kann ich nicht einmal vermuthen. Ich führe diese Beobachtungen hier an, um zu zeigen, dass eine minutiöse Bestimmung der Concentration sowohl, als auch der Dauer der Einwirkung der erhärtenden Lösungen für unsern Fall keinen grossen Werth haben würde.

Am leichtesten gelang es an Froschdärmen, die 3—4 Tage in einer kalt gesättigten und mit der halben Menge Wasser verdünnten Lösung von doppelt chromsaurem Kali gelegen hat-

ten, die Ausläufer nachzuweisen, da die meisten Zellen mit einem solchen versehen waren, oder sich am untern Ende wie abgerissen zeigten. Die Zellen waren, ausser dass sie schmaler zu sein schienen, in ihren Formen wenig verändert. Die Ausläufer waren oft von beträchtlicher Länge. Frische Zellen mit scheinbar geschlossener Spitze messen durchschnittlich 0,045—0,052 mm., während diese mit den Ausläufern 0,074—0,087 mm., einzelne sogar 0,1—0,12 mm. messen. Die Länge der Ausläufer allein zu bestimmen, ist schwierig, da sie sich selten genau vom Zellenkörper abgrenzen. Das Ende dieser Ausläufer war manchmal breiter, als der übrige Theil, von dreieckiger Form, ausgefrant und zerfasert (Fig. IV. a.). Billroth und Heidenhain haben eben solche Formen gesehen. Mehrere Male theilte sich ein solcher Ausläufer nach kurzem Verlauf in zwei Aeste von gleichem Durchmesser; diese verschmälerten sich nach abwärts von der Theilungsstelle und endeten ebenso und anscheinend abgerissen, wie die nicht verzweigten Ausläufer anderer Zellen (Fig. IV. b.). Ich habe mich nun in jedem einzelnen Falle überzeugt, dass nicht durch zufällige Gruppierung und Aneinanderlegung einer Zelle und des Bruchstückes einer Zellenspitze solch ein Bild entstanden war. Bei leichtem, wechselndem Druck auf das Deckgläschen gerieth die Zelle in schaukelnde Bewegung, rotirte auch wohl, ohne dass sich in dem Verhältniss des Ausläufers und seiner Zweige etwas änderte; auch war keinerlei Unterbrechung in den Umrissen des Ausläufers oder seiner Aeste zu entdecken. Hin und wieder habe ich auch rundliche, nicht scharf abgegrenzte Anschwellungen im Verlauf der Fortsätze gesehen, und zweimal sah ich eine solche Anschwellung auch an dem einen Ast eines Ausläufers (Fig. IV. c. d.). Die eben erwähnten, auch von Billroth und Heidenhain gesehenen, dreieckigen, ausgefrantzen Enden mancher Ausläufer werden wohl nichts anderes sein, als der

obere, abgerissene Theil solcher Anschwellungen. Kerne, wie sie Heidenhain in solchen Anschwellungen beschreibt, habe ich nie gesehen. Heidenhain bemerkt aber auch ausdrücklich, dass dieses ein selten vorkommendes Verhältniss sei.

Bei längerer Einwirkung erhärtender Lösungen schrumpfen die Zellen stärker und die Ausläufer finden sich häufiger. Das doppelt chromsaure Kali zeigte sich auch an andern Thieren, als gerade Fröschen, besonders geeignet zur Darstellung der Ausläufer, ich habe es deshalb vorzugsweise benutzt. Nach mehrere Wochen während Einwirkung desselben fanden sich zwar viele Zellen von unveränderter, conischer Form, der grösste Theil derselben aber war so schmal geworden, dass sie Stäbchen glichen, einzelne waren sogar spindelförmig, an beiden Enden spitzer zulaufend und abgerissen. Der Kern in ihnen erschien unverändert, und, wie die Kernkörperchen, deutlicher als bei frischen Zellen.

Beim Frosch scheint fast jede Zelle mit einem Ausläufer versehen zu sein. Es fragt sich nun aber, wie sich in dieser Beziehung die Darmepithelien von Säugethieren verhalten. An frischen Zotten und nach kurzer Einwirkung erhärtender Lösungen fanden sich viel seltener deutliche Ausläufer, als unter denselben Umständen beim Frosch. Die Ausläufer waren im Allgemeinen kürzer, auch habe ich keine Theilung derselben beobachtet. Nur zweimal, das eine Mal beim Meerschweinchen, das andere Mal beim Hunde, sah ich eine Anschwellung im Verlauf eines Ausläufers.

Heidenhain fand an Dünndarmstücken eines Kaninchens, die mindestens 8—10 Wochen in einer Lösung von doppelt chromsaurem Kali gelegen hatten, fast ausnahmslos jede Epithelialzelle mit Ausläufern versehen, und führte an, dass die Zellen dabei in ihrer natürlichen Form so vortrefflich erhalten waren, dass kein Gedanke an Artefacta aufkommen konnte.

Ich habe mir zu meinen Untersuchungen keine Kaninchen verschaffen können, und an Darmstücken von Hunden, Katzen und Meerschweinchen, die ungefähr 8 Wochen in einer Lösung von doppelt chromsaurem Kali gelegen hatten, fand ich das Verhalten der Zellen denn doch von dieser Angabe Heidenhain's abweichend. Nur ein kleiner Theil der Zellen hatte noch die unveränderte Form, der grösste Theil war in der Weise verändert, wie ich es bereits vom Frosch angegeben habe. Viele Zellen zeigten scheinbar geschlossene Enden, wenn auch die Mehrzahl spitze, abgerissene Enden hatte und länger war als das frische Epithel. Eine genaue Grenze zwischen Zellenkörper und Fortsatz liess sich meist nicht einmal annähernd bestimmen, da beide allmähig in einander übergingen. Die Existenz der Ausläufer an solchen schmalen Zellen liess sich mit Sicherheit nur aus einem Umstand erkennen, nämlich aus den Längenverhältnissen. Die anscheinend geschlossene Spitzen besitzenden Zellen hatten dieselbe Länge, wie die frischen Zellen, und bei den Zellen mit abgerissen endigender Spitze bedurfte es nicht erst einer Messung, um sich zu überzeugen, dass sie länger waren. Frische Epithelialzellen vom Hunde haben durchschnittlich eine Länge von 0,03—0,035 mm., während diese durchschnittlich 0,043—0,055 mm. Länge hatten. Ich will hier noch erwähnen, dass der Kern, der bei frischen Zellen regelmässig etwas unter der Mitte der Zellen sitzt, häufig etwas verschoben war. Oft verschmälerte sich dann die Zelle dicht unter dem Kern plötzlich, so dass es schien, als ob von hier der Fortsatz beginne. Diese Verhältnisse fanden sich wol auch beim Frosch. Bei diesem scheinen fast alle Zellen Ausläufer zu besitzen, und obgleich es für Säugethiere ebenso wahrscheinlich ist, so stimmt doch die directe Beobachtung bei den genannten Thieren nicht damit zusammen, und es könnten also immerhin nur gewisse Zellen Ausläufer besitzen und andere wieder nicht.

Dass die Ausläufer hohl sind und in unmittelbarer Verbindung mit der Zellenhöhle stehen, lässt sich mit Heidenhain daraus schliessen, dass bei Untersuchung mit Fett gefütterter Thiere nicht allein die Darmepithelialzellen selbst, sondern auch die Ausläufer derselben mit Fetttröpfchen erfüllt gefunden werden. Ich sah sie auch in der Anschwellung der Ausläufer und in dem von diesen weiter gehenden Fortsatz (Fig. IV. c.) Das Fett war in der Zellenhöhle meist unregelmässig vertheilt; in einzelnen Zellenreihen und Zellengruppen waren die Fetttröpfchen entweder nur oberhalb oder nur unterhalb des Kernes angeordnet, so dass der übrige Theil des Zelleninhalts ziemlich frei von ihnen war. Oefters waren die Zellen wie vollgepfropft mit Fetttröpfchen, so dass selbst der Kern von ihnen verdeckt wurde. Die Tröpfchen hatten die verschiedensten Grössen; häufig waren viele so klein, dass sie nur als dunkle Pünktchen erschienen. Im Basalsaum konnte ich nie Fetttröpfchen wahrnehmen, und wenn ich zuweilen dergleichen zu sehen glaubte, so erwies es sich immer, dass die Fetttröpfchen nicht in, sondern auf dem Saum lagen. Ich will hier noch beiläufig erwähnen, dass ich mehrere Male an Bruchstücken von Darmzotten die auf den Basalflächen aufliegenden Fetttröpfchen des noch anhängenden Darminhaltes in eine sehr regelmässige, netzartige Figur angeordnet fand. Die einzelnen, aus dicht aneinander liegenden Tröpfchen und Pünktchen gebildeten Fäden oder Reihen dieses Netzwerks entsprachen den vertieften Grenzen zwischen den einzelnen Zellen. In den Maschen dieser netzförmigen Gruppierung fanden sich auch einzelne, zerstreute Tröpfchen, aber verhältnissmässig nur wenige. Den Grund dieser eigenthümlichen Anordnung habe ich nicht herausfinden können, und führe diese Beobachtung nur deshalb an, weil ich vermuthete, dass solche Bilder vielleicht als netzförmige Ursprünge der Chylusgefässe gedeutet worden sind.

Kölliker¹⁾ beschreibt eine ähnliche Gruppierung von Fetttröpfchen bei der Taube, und führt zugleich an, dass er solche im Epithelialsaume selbst gesehen habe.

Die sonstigen Verhältnisse der Zellen habe ich nicht abweichend von den gewöhnlichen Beschreibungen gefunden, mit Ausnahme der Verbindungsweise der einzelnen Zellen untereinander und zu einer zusammenhängenden Epithelialschicht. Frey²⁾ sagt im Allgemeinen über das Cylinderepithelium: „Nach unterwärts entfernen sich die zugespitzten Theile der Cylinderzellen nicht selten etwas von einander, so dass hier bisweilen in einer gewissen Deutlichkeit die glashelle Intercellularsubstanz zum Vorschein kommt, eine Masse, welche sich beim Pflasterepithelium fast ganz der Beobachtung entzieht. Wo die Zellen nach abwärts breiter bleiben oder stark gekrümmte Flächen überkleiden, berühren sie sich dagegen in ihrer ganzen Länge.“

Nach Leydig³⁾ ist bei den Epithelien im Allgemeinen der Intercellularstoff auf ein solches Minimum reducirt, als eben hinreicht die Zellen unter einander zu verkleben. In Henle's Symbolae ad anatomiam villorum intestinalium. Berolini 1837. findet sich S. 15. folgende Stelle: „Materia quadam homogena, glutinosa cylindros jungi, vix possumus, quin conjiciamus; quod observatione confirmari videtur. Adhibitibus enim fortioribus microscopii lentibus, cylindrorum facies apertae parum ab invicem distare, interstitia telis nescio quibus expleri videntur. Und gleich darauf: „Eandem materiam spatia quoque majora inter cylindrorum apices cuspidatos implere putarim, nisi forsitan novae eorum germina haec spatia intrant.“ Aehnliche Angaben findet man auch in Henle's allgemeiner Anatomie, Leipzig 1841. S. 238. „Wie die pflasterförmigen Epitheliumzellen, so liegen

1) Würzburger Verhandlungen Bd. VI. S. 265.

2) a. a. O. S. 213.

3) a. a. O. S. 38.

auch die cylindrischen bald dicht zusammen und dann werden sie durch gegenseitigen Druck polygonal, oder sie lassen geringe Zwischenräume, welche von einer wasserhellen Intercellularsubstanz ausgefüllt werden, deren Contouren dann auf der Fläche wie ein netzförmiges Capillarsystem erscheinen.“ S. 225 ist von der Intercellularsubstanz gesagt: „Sie füllt die Räume zwischen den spitzen, der Matrix zugekehrten Enden der conischen Körperchen aus und überragt im Cylinderepithelium selbst die breiten, freien Enden derselben, so dass diese gleichsam in Höhlen der Intercellularsubstanz aufgenommen werden.“ Diese oberflächliche Lage von Intercellularsubstanz (Basalsaum) zieht sich nach Henle oft als zusammenhängendes Stratum ab, und an ihrer untern Fläche sieht man dann Falten und spitze Fortsätze, die den Zwischenräumen entsprechen, welche die einander benachbarten Seitenflächen der conischen Zellen zwischen sich lassen. In der That sieht man auch häufig an einzelnen Zellenreihen die Zwischenräume an den Spitzen der Epithelialkegel mit einer homogenen Masse erfüllt. Auch habe ich öfter das von Henle beschriebene Netzwerk von Intercellularsubstanz beobachtet, das man zu Gesicht bekommt, wenn man, bei hoher Tubusstellung, die dem Beobachter zugewandten Basalenden noch mit einander verbundener Zellen betrachtet (Fig. VII.) Das Netzwerk erscheint dann hell und zeigt keinerlei Unterbrechungen; man kann es wol auch nicht als den Ausdruck von Linien betrachten, die durch die, mit einander verschmolzenen, benachbarten Seitenwände der Zellen entstehen; denn da diese doch gleiches Lichtbrechungsvermögen haben, so müsste, wenn sie ohne irgend eine dazwischenliegende Masse verschmelzen, überhaupt gar keine Grenze sichtbar sein. Auch ist diese Grenze oft breiter, als die doppelte Dicke der dünnen Zellenwände betragen würde. Man kann dieses helle Netzwerk auch nicht als den Ausdruck der Abstände zwischen den tiefer liegenden

Kernen benachbarter Zellen betrachten. Denn bei so hoher Tubusstellung, dass die freien Basalflächen eingestellt sind, sieht man die Contouren der Kerne nur undeutlich oder gar nicht, und wenn man so einstellt, dass die Umrisse der Kerne deutlich sind, erhält man auch ein Netzwerk, dessen Maschen aber rundlich sind und Kernkörperchen enthalten. Ein fernerer Grund um anzunehmen, dass der Intercellularstoff, der die Zwischenräume zwischen den Zellenspitzen ausfüllt, nach Henle's Angabe auch sich zwischen den Zellenkörpern befindet und bis an die Basalfläche hinaufreicht, ist der, dass auf Querschnitte erhärteter Darmzotten, in dem diese letzteren umgebenden Ringe von Epithelialzellen sich Bilder zeigen, die sich nicht gut anders erklären lassen. Man sieht Höhlungen, aus denen offenbar Zellen herausgefallen sind; die oberen Theile zweier aneinander grenzender Höhlen fließen aber nicht zusammen, wie es geschehen müsste, wenn die Zellenkörper durch keine Zwischenschicht getrennt wären (Fig. I. d.) Diese Höhlen sind auch nicht ausgedehnte, leere Zellenhülsen, da man an ihrem Rande nur den halben Umriss der rundlichen Oeffnung sieht. Ferner findet man zuweilen, wenn man erhärtete Stücke der Epithelialschicht von oben betrachtet, ebenfalls solche Lücken, aus denen eine Zelle herausgefallen ist, und sieht dann auch öfter, dass der Rand dieser Oeffnung von einem schmalen, homogenen Streifen umgeben ist, einer Masche des von Henle beschriebenen Netzwerkes (Fig. VII. a.) Dass dieser Streifen nicht die Durchschnichtsansicht einer leeren, aufgeblähten Zellenhülse sei, ergiebt sich auch daraus, dass, wenn es durch Druck auf das Deckgläschen gelingt, eine Ansicht von der untern Fläche des Zellenaggregats zu gewinnen, man auch hier eine leere Oeffnung sieht. Ich habe auch öfters an abgehobenen Stücken der Auflagerungsschicht, die den Basalsaum darstellt, Anhänge gesehen, wie sie Henle als Stücke von Intercellularsubstanz zwischen den Zellen-

körpern betrachtet; doch kann ich auf diese Beobachtung kein Gewicht legen, da diese Fäden und Fasern auch anhängende Reste der Zellennembranen selbst gewesen sein können, und ich kein Mittel hatte, diesen Einwand völlig zurückzuweisen.

II. Das Schleimhautstroma.

Die Existenz von Ausläufern an den Epithelialzellen der Darmschleimhaut ist nach dem, was im vorigen Abschnitt angeführt wurde, nicht zweifelhaft. Berücksichtigt man nun den Umstand, dass diese Ausläufer breite dreieckige, wie zerfaserte, oder schmale, unregelmässig abgerissene Enden zeigen, nie aber wirklich blind endigend beobachtet werden, so erscheint es wahrscheinlich — da eine das Epithel vom Schleimhautstroma scheidende Membran (basement membrane) als eigene Schicht nicht zu isoliren ist, — dass diese Ausläufer, deren wirkliches Ende man an isolirten Zellen nicht sieht, in das Innere der Schleimhaut eintreten. Ihr Verhalten allhier könnte aber verschieden sein; sie könnten entweder offen oder geschlossen endigen, oder mit Gebilden, die im Stroma der Schleimhaut liegen, in Verbindung treten. Heidenhain nimmt Letzteres an, und der Umstand, dass auch an Schleimhäuten anderer Körpertheile Epithelialzellen gesehen worden sind, die durch Ausläufer mit anderweitigen Gewebstheilen in der unterliegenden Schicht in Verbindung standen, giebt dieser Annahme grosse Wahrscheinlichkeit. Heidenhain hat diesen Zusammenhang nicht direct beobachtet, führt aber andere anatomische Gründe an, vermitteltst welcher er sich für berechtigt hält, einen solchen Zusammenhang als ausgemacht zu betrachten. Es gelang mir nur zum Theil, diese Verhältnisse so zu beobachten, wie sie Heidenhain beschreibt.

Bei der Untersuchung frischer Darmzotten, auf deren Bau es in der fraglichen Beziehung hauptsächlich ankommt, muss man vor Allem die sie überziehende, die Beobachtung störende Epithelialschicht entfernen. Diese trotzts aber meist sehr hartnäckig dem Strahl der Spritzflasche, und auch nach dem Abpinseln bleiben immer noch Epithelialzellen und deren Reste an der Zotte haften. Wenn man aber die zu untersuchenden Därme einige Zeit an der Luft liegen lässt, und sie zugleich vor dem Vertrocknen schützt, so löst sich das Epithel leicht, zerfällt in seine einzelnen Zellen und man erhält leichter nackte Zotten. Ebenso lassen sich die Zotten leichter von ihrem Epithelialüberzuge entblößen, wenn man Darmstücke in diluirten, nur schwach gelb gefärbten Lösungen von doppelt chromsaurem Kali 24 Stunden aufbewahrt. Weder die Epithelialzellen, noch die Zottensubstanz selbst scheinen dadurch verändert zu werden, und beim Zerzupfen von Schleimhautstückchen gelingt es oft, ganze Zotten, oder wenigstens einen Theil derselben, vom Epithel zu befreien.

An frisch untersuchten Darmzotten von Thieren, die mitten in der Resorption aufgenommener Nahrung getödtet wurden, sieht man häufig, ohne jede weitere Behandlung, ein die Oberfläche des Zottenparenchyms überziehendes, ziemlich engmaschiges Gefässnetz durch das in demselben eingeschlossene Blut so schön hervortreten, wie eine künstliche Injection es kaum besser erzeugen kann. Dickere Gefässstämmchen laufen am Rande der Zotten entlang und gehen an der Spitze derselben im Bogen in einander über: ihre Zweige verbinden sich unter einander und bilden das die Zotte umstrickende Netzwerk. Ein bis drei dickere Stämmchen schimmern aus den centralen Theilen der Zotte durch und werden erst bei tieferer Tubusstellung deutlich; sie scheinen nie bis an die Zottenspitze zu reichen, sondern immer früher aufzuhören. An Zotten, die noch

den Epithelialüberzug besitzen, stehen die Randgefässe nur um die Länge der Epithelialzellen vom äussern Umriss der Zotten ab. Wo die Epithelialschicht fehlt, scheinen entweder die Randgefässe selbst die Gränze der Zotte zu bilden, oder es befindet sich ausserhalb von ihnen noch ein schmaler, heller Saum, die äusserste Schicht der eigentlichen Zottensubstanz. In nicht gefülltem Zustande sind diese Gefässe meist gar nicht sichtbar; die ganze Zotte erscheint dann als eine structurlose, schwachgetrübte Masse, oder es sind in ihr Umrisse von grösseren und kleineren rundlichen Körperchen zu sehen, auf die ich später noch zurückkomme. Nach Zusatz von Essigsäure werden diese rundlichen Körperchen deutlicher und man sieht ferner noch stäbchenförmige der Längsachse der Zotten parallel liegende Körperchen, die man als Kerne glatter Muskelzellen deutet. Kölliker ¹⁾ sagt von diesen, dass sie mehr im Centrum der Zotten um die Lymphgefässe herum gruppiert sind, während Brücke ²⁾ angiebt, dass unmittelbar unter den Capillargefässen der Zotten ein System musculöser Längsfasern liege. Donders ³⁾ sah beim Hunde an der Zottenspitze auch Querfasern. Gerlach ⁴⁾ nimmt eine centrale longitudinale und eine periphere transversale Lage an. Moleschott ⁵⁾ hat oberflächliche Längs- und Querfasern beim Menschen und Hunde gesehen. Ich habe diese stäbchenförmigen Kerne stets in Längslinien über die ganze Zotte verbreitet gesehen, so dass sie also an der

1) Kölliker, Hdb. d. Gewebelehre. 3. Aufl. S. 420.

2) Sitzungsberichte d. Kaiserl. Academie d. Wissenschaften in Wien. 1851. Math. naturwissenschaft. Classe. Bd. VI. S. 219.

3) Donders, Physiologie d. Menschen, übers. v. Theile. Leipzig 1859. Bd. I. 2. Aufl. S. 327.

4) Gerlach, Handbuch d. allgem. u. speciellen Gewebelehre. 2. Aufl. Mainz 1853. S. 313.

5) Moleschotts Untersuchungen Bd. VI. 1860. Heft 4. S. 389.

Oberfläche zu sitzen scheinen; querverlaufende Kerne beobachtete ich nicht. Durch Salpetersäure gelang es mir nicht, die einzelnen Fasern und Zellen deutlich zu machen, und auch die Moleschottschen Essigsäuremischungen zeigten nicht die von ihnen gerühmte Wirkung, vielleicht aber nur deshalb, weil ich sie nicht lang genug einwirken lassen konnte. Es erwies sich aber ein Mittel, das gar nicht zu diesem besonderen Zwecke angewendet wurde, einigermassen brauchbar. An Darmstücken eines Hundes, die in einer kalt gesättigten und dann mit der gleichen Menge Wasser versetzten Lösung von doppelt chromsaurem Kali mehrere Tage gelegen hatten, sah man die Zotten mit parallelen Längsstreifen in gleichmässigen Abständen versehen. Bei längerer Einwirkung einer concentrirten Lösung desselben Mittels wurden sie noch schärfer und deutlicher. Diese Längsstreifen fanden sich an denselben Stellen, an denen bei frischen, mit Essigsäure behandelten Zotten die stäbchenförmigen Kerne sasssen. Es war also wahrscheinlich, dass man in diesen, in regelmässigen Abständen gruppierten Streifen Muskelfasern vor sich hatte. Zerfaserte man solch eine Zotte mit Nadeln, so sah man über ihre abgerissenen Enden ausser Bruchstücken von Gefässen noch die spindelförmig zugespitzten Enden dieser Fasern herausragen. Ihre Substanz war meist etwas körnig getrübt und deshalb wol selten ein Kern in ihnen zu sehen. Behandelte man die Zotten jetzt mit Salpetersäure, nachdem man sie vorher gut mit Wasser abgespült hatte, so zeigten diese hervorragenden Enden das bekannte, wie spiralig gewundene Aussehen. Dass diese Muskelfasern auf der Oberfläche der eigentlichen Zottensubstanz verlaufen, sieht man daraus dass sie in regelmässigen Abständen von einem Seitenrande der Zotte bis zum anderen reichen. Ferner sind sie fast bei derselben Tubusstellung, die für die Gefässe die passendste ist, am deutlichsten; sie liegen jedoch unter den Gefässen, da

deren Umrisse über sie hinweggehen. Andeutung von Quersfasern habe ich beim Hunde und der Katze gesehen, in Form einer undeutlichen, ziemlich dichten, die Längsfasern im rechten Winkel kreuzenden Querstreifung. Ganze Faserzellen der Zottenmusculatur konnte ich nicht isoliren.

Ausser diesen Gebilden sieht man beim Zerzupfen derartig behandelter Zotten die erwähnten rundlichen Körperchen. Diese sind theils Blutkörperchen, kenntlich durch Vergleichung mit dem Inhalte unzerissener Gefässe, theils sind es frei gewordene Kerne zerstörter Epithelialzellen, kenntlich an ihrer meist ovalen Form und den häufig mehrfachen Kernkörperchen; theils endlich sind es auch Kerne und Zellen, die dem Zottenparenchym selbst eigen sind.

Da diese Untersuchung von durch Zerzupfen verfertigten Präparaten keine ausreichenden Aufschlüsse über die Beschaffenheit des Innern der Darmzotten gab, so war es wünschenswerth, andere Präparations-Methoden zu versuchen, bei denen namentlich Täuschungen durch auf der Zotte aufliegende Epithelialreste und sonstige nicht zum Gewebe der Zottensubstanz gehörige Gebilde ausgeschlossen blieben. Durchschnitte, von denen die befriedigendsten Aufschlüsse zu erwarten waren, lassen sich jedoch an frischen Zotten bei deren Weichheit und Zartheit nicht ausführen; so lag es nahe, nach dem Vorgange Heidenhain's, die Zotten zur Anfertigung von Segmenten vorher zu erhärten. Hierzu wurden benutzt: Lösungen von $\frac{1}{2}$ — 2 gr. Chromsäure auf die Unze Wasser; kalt gesättigte Lösungen von chromsaurem Kali, und rectificirter Holzessig mit der Hälfte Wassers verdünnt. An genügend erhärteten Darmstücken lassen sich mit einem scharfen Rasirmesser leicht hinreichend dünne Durchschnitte, sowohl von der ganzen Darmwand als auch von den Zotten allein, anfertigen; doch muss ich hier bemerken, dass es äusserst selten gelingt, befriedigende

Längsdurchschnitte von Darmzotten zu erhalten, indem man, bei der Kleinheit derselben, im glücklichen Fall eine Zotte nur der Länge nach spaltet; und auch in diesem Fall erhält man nicht viel Aufschluss, da ein solcher Längsdurchschnitt bei anhaftendem Epithelialüberzug nur eine Seitenansicht einer Zotte abgiebt. Ich habe deshalb die zu untersuchenden Verhältnisse der Darmzotten vorzugsweise an Querschnitten studirt, die sich, bei einiger Uebung leicht in genügender Feinheit anfertigen lassen. Man entfernt durch einen Schnitt, der mit sehr flachgehaltener Klinge in der Richtung der Oberfläche der Schleimhaut geführt wird, die Spitzen der Darmzotten, und durch einen zweiten, in derselben Weise ausgeführten Schnitt erhält man dann Querschnitte der Zotten, meist in Form kleiner Scheiben, die von einem Ringe von Epithelialzellen eingefasst sind; doch kommen auch ovale und mehr oder weniger eckige, selbst fast regelmässig dreieckige und viereckige Segmente vor. Die eckigen Figuren erhält man mit tieferen Schnitten, während höher geführte Schnitte rundliche Formen zeigen, so dass also die Zotten nach ihrer Basis zu von mehreren Seiten abgeflacht erscheinen, während sie nach der Spitze zu rundlich sind. Diese Verhältnisse finden sich wenigstens beim Hunde, den ich wegen seiner grösseren Darmzotten vorzugsweise zu diesen Untersuchungen benutzt habe. Zur Aufhellung der durch Chromsäure gelblich gefärbten und getrübten Schnitte wurde ein wenig verdünnte Schwefelsäure hinzugegeben und alsbald wieder abgewaschen, das Präparat darauf in Glycerin untersucht. Ohne vorherige Anwendung der Schwefelsäure scheint das Glycerin zur Aufhellung nichts beizutragen. Die durch doppelt chromsaures Kali dunkelgelb gefärbten Präparate wurden mit Wasser gut abgespült und dann in Glycerin untersucht. Holzessig färbt die Schnitte bräunlich, trübt sie aber wenig; diese Präparate wurden durch sehr verdünnte Kalilösung oder Schwefelsäure auf-

gehellet. Ausserdem wurden noch, nach Basslinger's ¹⁾ Vorgang, von getrockneten (nicht aber vorher in Essig gekochten) Därmen Querschnitte der Darmzotten angefertigt, und mit verdünnter Essigsäure angefeuchtet der Untersuchung unterworfen.

Die Form dieser Querschnitte ist bereits erwähnt, ebenso der sie umgebende Gürtel von Epithelialzellen. Diese letzteren nun sind keineswegs von der Peripherie der eigentlichen Zotten-substanz scharf abgesetzt, oder durch eine eigene deutliche basement membrane von ihr geschieden. Doch wird wohl auch, obgleich die Existenz einer solchen Membran eine weit verbreitete Annahme ist, darunter nicht immer eine selbstständige und abziehbare Haut verstanden. Gerlach²⁾ und Donders³⁾ nehmen die Existenz einer solchen Grenzschrift als ausgemacht an, doch bemerkt Gerlach dabei, dass sie nicht immer gleich stark erscheint, und continuirlich in das Gewebe der Zotten selbst übergeht. Brücke hat diese Membran nie darstellen können; sie muss nach ihm also wohl mit den darunterliegenden Gebilden innig verwachsen sein. Kölliker konnte sie auch nicht isoliren und hält sie für die äusserste homogene Schicht des Zottengewebes selbst, die sich als ganz dünne Begränzungsschicht darstellt. Lambl verwirft ebenfalls die Existenz einer eigenen Begränzungshaut der Darmzotten. — In der That, ist auch der Rand eines Zottenquerschnittes an den Stellen, wo das Epithel fehlt, nicht einmal immer durch eine einfache Linie bezeichnet, sondern bietet eine unregelmässig zerrissene, mit feinen Fäserchen besetzte Grenze dar, während an solchen

Stellen, wo das Epithel noch anhaftet, gar keine deutliche Grenze zu sehen ist zwischen der äussersten homogenen Schicht des Zottenparenchyms und der zwischen den Spitzen der Epithelialzellen befindlichen Intercellularsubstanz. (Fig. I.)

Die eigentliche Grundsubstanz der Darmzotten erscheint an Querschnitten getrockneter oder in Holzessig erhärteter Zotten als eine structurlose, helle Masse. Nach Erhärtung in doppelt chromsaurem Kali sieht sie trübe und wohl auch leicht gestrichelt und gefasert aus; beides ist in noch stärkerem Grade nach Erhärtung durch Chromsäure der Fall, wo man häufig Lücken, Risse und Sprünge sieht, wie man sie wohl auch an getrockneten Präparaten findet. In allen Fällen aber sieht man in diese Grundmasse eingebettete Lumina durchschnittener Gefässe, häufig noch mit verschrumpften Blutkörperchen gefüllt, wenn die Thiere, von denen die Präparate stammen, während der Resorption aufgenommener Nahrung getödtet wurden. Diese Gefässöffnungen sitzen in verschiedener Zahl am Rande des Querschnittes, dicht an dem Epithelialringe; immer aber finden sich auch einige in der Mitte. Ferner sieht man bei jeder der angewandten Behandlungsweisen immer eine Menge dicht neben und unter einander liegender rundlicher Körperchen, wie sie schon früher erwähnt wurden, in die Grundsubstanz eingebettet. Einzelne von den kleineren liessen sich auch hier als Blutkörperchen erkennen. Andere, von verschiedener Grösse, scheinen dem Zottenparenchym selbst anzugehören. Beim Hunde messen (an durch doppelt chromsaures Kali erhärteten Präparaten) die kleineren 0,0022 — 0,0043 mm., die grösseren, an denen man öfter Kerne wahrnimmt 0,0063 — 0,008 mm.

Solche Körperchen, die sich auch im Gewebe zwischen den Lieberkühnschen Drüsen finden, hier jedoch viel seltener und fast nur von der kleineren Art auftreten, sind schon als

1) Basslinger, Unt. üb. d. Schichtung d. Darmkanals d. Gans etc. Soparatabdruck aus d. Sitzungsberichten d. Acad. d. Wissenschaften in Wien (Bd. XIII. S. 536). S. 7.

2) Gerlach Handb. d. Geweblhre. 2. Aufl. S. 312.

3) Donders, Physiologie. II. Aufl. Bd. I. S. 316.

Bestandtheile der Zottensubstanz beschrieben worden. Frey¹⁾ findet in das homogene Zottengewebe eingebettet: Elementarkörperchen, kleine rundliche Zellen (Bindegewebskörperchen) und feine Kerne. Donders²⁾ sagt von dem Zottenparenchym, dass einzelne rundliche Kerne, aber nicht so zahlreich wie zwischen den Lieberkühnschen Drüsen, in ihm vorkommen, und in gefüllten Zotten hat er auch Umrisse von Zellen gesehen, die er aber nicht zu isoliren vermochte. Kölliker³⁾ giebt an, dass in dem homogenen, seltener fibrillär aussehenden Bindegewebe der Zotten meist viele kleine runde Zellen, auch wohl freie Kerne enthalten seien, von denen die ersteren beim Menschen nicht selten Fettkörnchen enthalten. Lambl⁴⁾ spricht von einer hyalinen, structurlosen Grundsubstanz, in der in wechselnder Anzahl feine Streifen (Röhrchen), glänzende polymorphe Körperchen (embryonale Kerne) und einfache, kernfaltige Bläschen (Formationszellen) zur Beobachtung kommen. Heidenhain⁵⁾ spricht sich über diese Verhältnisse folgendermassen aus:

„Zunächst die rundlichen Zellen betreffend, welche E. H. Weber als unter dem Epithelium befindlich beschreibt, so ist ihre Existenz ganz mit Unrecht von den späteren Beobachtern in Zweifel gezogen worden. Jeder hinreichend feine Längsdurchschnitt einer in Chromsäure erhärteten Zotte zeigt unterhalb der cylindrischen oder conischen Epithelialzellen eine — nicht wie Weber anzunehmen scheint, einfache, sondern ziemlich mächtige — Lage runder, oder mehr oder weniger eckiger Zellen die ausserordentlich dicht unter einander liegen und von ein-

1) a. a. O. S. 474.

2) Donders, Physiologie. II. Aufl. Bd. I. S. 317.

3) Kölliker, Hdb. d. Gewebelehre. 3. Aufl. S. 419.

4) a. a. O. S. 12.

5) a. a. O. S. 278.

ander durch eine Zwischensubstanz getrennt werden, die durch Chromsäure und doppelt chromsaures Kali erhärtet, ganz dasselbe Balkengerüst wie die Intercellularsubstanz in der Darm-schleimhaut des Frosches darstellt, nur dass hier die Balken womöglich noch schmaler sind.“ — Einige Zeilen weiter ist gesagt: „Beim ersten Anblick könnte man das vorliegende Bild mit einer Flächenansicht der Epithelialzellen selbst verwechseln. Genauere Untersuchung von Zottendurchschnitten sichert sehr leicht gegen jede derartige Täuschung. Holzessig ändert an dem Ansehen der Zellen wenig, im Gegensatz zu den Zellen des subepithelialen Gewebes beim Frosch, die nach Behandlung mit Holzessig sich in einer den Bindegewebskörperchen ganz ähnlichen Form darstellen.“ — Ferner sagt Heidenhain, dass diese subepitheliale Zellenschicht sich sammt dem Epithel von erhärteten Zotten durch Zerzupfen abstreifen und von dem „tieferen, gefässhaltigen“ Theile der Zotte, dem „Achsentheil“ derselben, der sich oft von einer Gefässschlinge umrandet zeige, trennen lasse. Ich kann nicht umhin dieser Vorstellung zu widersprechen, da ich an Querschnitten von Darmzotten immer nur eine einfache Schicht von Epithelialzellen, und unter dieser sofort die äusserste helle Schicht der Zottensubstanz gefunden habe. Die Gefässe, die die Oberfläche der Zottensubstanz umstricken, sitzen in dieser hellen, äussersten Schicht selbst, wovon man sich leicht an Querschnitten von Darmzotten durch die erwähnte Stellung der Lumina der durchschnittenen Gefässe überzeugen kann. Ferner habe ich bereits angeführt, dass man auch bei Seitenansichten von solchen Darmzotten, die an einem Theil vom Epithel entblösst sind, die Gefässe dicht am Rande der Zottensubstanz verlaufen sieht, während an anderen, noch vom Epithel bekleideten Theilen solcher Zotten die Randgefässe nur um die Länge der Epithelialzellen vom äusseren Umriss der ganzen Zotte abstehen.

Nach diesen Beobachtungen kann man nicht annehmen, dass zwischen den unteren Enden der Epithelialzellen und der, ein Gefässnetz enthaltenden Oberfläche der Zotten sich eine „ziemlich mächtige“ Zellschicht, oder überhaupt irgend Etwas befinde. Auch die Zwischenräume zwischen den Spitzen der Epithelialzellen waren immer nur von heller Intercellularsubstanz ausgefüllt; nie sah man Zellen in dieser, wenn der Schnitt senkrecht zur Achse der Zotten oder parallel mit den Körpern der Epithelialzellen verlief. In jedem schrägen Schnitt aber werden die unteren Theile der Epithelialzellen, in grösserem oder geringerem Abstände vom Basalende, durchtrennt und man sieht einen Streifen dicht nebeneinander gruppierter Epithelialzellenkerne, durch sehr schmale Streifen einer hellen Masse (Intercellularsubstanz und wohl auch Zelleninhalt) von einander getrennt. Diese Schicht ist je nach der Richtung des Schnittes schmaler oder breiter. Solche Bilder könnten vielleicht zu der Annahme einer eigenen Schicht subepithelialer Zellen veranlassen haben, um so mehr, da diese Kerne durchaus nicht in regelmässigen Reihen liegen, wie man das an dem Darmepithel zu sehen gewohnt ist. Dieser letztere Umstand ist wohl auch dadurch bedingt, dass, wie bereits erwähnt, durch Einwirkung erhärtender Lösungen häufig die Kerne einzelner Zellen mehr oder weniger verschoben werden. Wenn man nun, durch solche Bilder veranlasst, eine eigene Schicht subepithelialer Zellen annahm und sie bei ungeeigneter Richtung des Schnittes nicht fand, so konnte man wohl zu der von Lambl¹⁾ geäusserten Ansicht gelangen, dass das subepitheliale Gewebe deshalb so viele Schwierigkeiten des Nachweises biete, weil es nicht zu allen Zeiten in gleichmässiger Entwicklung und Mächtigkeit vorkommt.

1) a. a. O. S. 12.

Von den Zellen dieser vermeintlichen subepithelialen Schicht sagt Heidenhain¹⁾: „Jene subepithelialen Zellen der Zotten sind es wohl, die Kolliker und Donders Veranlassung gaben, runde, freie Kerne in den Zotten zu beschreiben, und deren Andeutung sie nach den oben angezogenen Stellen in den fettgefüllten Zotten sahen. Ausläufer, die nach den Beobachtungen am Frosch wol zu erwarten waren, suchte ich lange an den in Rede stehenden Zellen vergeblich, bis dasselbe in doppelt chromsaurem Kali viele Wochen erhärtete Darmstück, welches mich die Ausläufer als allgemeine Bildung an den Epithelialzellen finden liess, sie auch an den Zellen des subepithelialen Gewebes als Fortsätze von einer meist nur sehr geringen Länge kennen lehrte, wie sie auch bei der ausserordentlich engen Aneinanderlagerung der Zellen kaum anders erwartet werden konnten.“

Von den im „Achsentheil“ (im Zottenparenchym selbst) gelegenen Zellen giebt Heidenhain an, dass sie kleiner als in der Nähe des Epitheliums seien, und auch sparsamer, obschon immer noch dicht genug, in der homogenen Grundsubstanz der Zotten eingelagert sich zeigen. Ferner sollen viele von ihnen bei Behandlung mit Holzzessig kurze, feine Ausläufer zeigen und, je mehr nach der Mitte der Zotte hin, desto mehr den Charakter der Bindegewebskörperchen annehmen, so dass die in den Interstitien zwischen den Lieberkühnschen Drüsen gelegenen Bindegewebskörperchen ganz denen im Achsentheil der Zotte befindlichen entsprechen.

So oft ich auch Zotten zerfaserte und dabei einzelne der erwähnten rundlichen Körperchen isolirte, oder diese auf Zottenquerschnitten in ihrer natürlichen Lage beobachtete, so ist es mir doch nie gelungen, mich von der Existenz von Ausläufern an den besagten Gebilden zu überzeugen; auch fand ich keine

1) a. a. O. S. 279.

Aehnlichkeit mit Bindegewebskörperchen, da diese zum grössten Theil eckige, unregelmässige Formen haben, während die ersteren überall, auch im Centrum der Querschnitte, rund waren (vergl. Fig. I.). Die Umrissse dieser Körperchen waren immer scharf, begrenzt und nirgends unterbrochen, und die öfter an Querschnitten zwischen ihnen sichtbaren Streifen und Striche konnte ich nur auf Rechnung der Behandlungsweise setzen und als Falten, Risse und Sprünge deuten, zumal da bei stärkerer Einwirkung erhärtender Mittel die erwähnten Striche und Streifen gar keine Veranlassung mehr zu einer Verwechslung mit Zellausläufern gaben.

Das bis jetzt über das Schleimhautstroma gesagte bezog sich auf die untersuchten Säugethiere und besonders auf den Hund. Beim Frosch sollen nach Heidenhain diese Verhältnisse einfacher und leichter zu übersehen sein. Auch hier nimmt Heidenhain ein subepitheliales Gewebe an, dessen Zellen, nach ihrem Verhalten in Holzessig, einen den Bindegewebskörperchen ganz ähnlichen Habitus haben. An Querschnitten von in Holzessig erhärteten Darmfalten, auf die Heidenhain besonderes Gewicht zu legen scheint, zeigt sich ihm, nach vorheriger Abpinselung des Epithels, eine grosse Menge sehr dicht gedrängter und durch Ausläufer verbundener Bindegewebskörperchen, die bis in die eigentliche Submucosa reichen und, nur seltener werdend, ihre Ausläufer selbst in die Muscularis hineinschieken. Ich will hier gleich erwähnen, dass ich sowohl an Holzessigpräparaten, als auch an Durchschnitten getrockneter Darmstücke, wodurch man noch bessere Bilder erhält, alle Verhältnisse der Beschreibung Heidenhain's vollkommen entsprechend gefunden habe. In Fig. II. ist ein solcher Durchschnitt eines getrockneten Froschdarmes dargestellt. Nur finde ich nicht, dass die Bindegewebskörperchen, die denen in der Submucosa des Hundedarmes ganz ähnlich sind, durch ihre

Anordnung oder ihr Aussehen Veranlassung geben, eine eigene subepitheliale Schicht zu unterscheiden.

Ein ganz verschiedenes Bild erhält Heidenhain an Querschnitten von Froschdärmen, die 1—2 Tage in Chromsäurelösungen gelegen haben, vom subepithelialen Gewebe, wobei nicht angegeben ist, dass die Epithelialschicht vorher entfernt worden sei. „Die Verschiedenheit ist so gross, dass man beim ersten Anblick in Verlegenheit ist, sich den Ursprung der vorliegenden Objecte (Holzessig- und Chromsäurepräparate) von demselben Orte zu deuten. Am zutreffendsten vergleiche ich vielleicht das sich bietende Bild mit dem, welches der Querschnitt eines Schwammes darstellen würde. Man sieht ein maschiges Gerüst, dessen Balken aus einer mehr oder weniger tief gelben, homogenen oder leichtstreifigen Substanz bestehen. In den eckigen oder rundlichen Maschenräumen liegen, in ihrer Form diesen entsprechend, Zellen, deren selbstständige Wandung sich in solchen Fällen unzweideutig zeigt, wo die Zelle geschrumpft ist, und sich theilweise oder ganz von der die Masche umgebenden Gerüstsubstanz zurückgezogen hat. Aus einzelnen, oft aus vielen Maschen, sind die Zellen ganz herausgefallen, und man sieht sie leer. Ausläufer sind an den Zellen nicht zu bemerken. — Das beschriebene Gewebe setzt sich bis an die Muscularis fort. Die Balken des Gerüsts sind namentlich unter dem Epithelium sehr schmal; tiefer in der Schleimhaut und der Submucosa werden sie breiter ¹⁾.“ — Die Verschiedenheit beider Bilder erklärt Heidenhain dadurch, dass er, und wie mir scheint mit Recht, annimmt, dass Holzessig die Inter-cellularsubstanz hell mache und die Bindegewebskörperchen mit ihren Ausläufern hervorhebe, während Chromsäure die Zellen blasser und die Inter-cellularsubstanz undurchsichtig macht, so

1) a. a. O. S. 272.

dass die Zellenausläufer verdeckt werden. — In Fig. VI. habe ich die Spitze einer schräg durchschnittenen Falte eines in Chromsäure erhärteten Froschdarmes abgebildet; die Faserung und Trübung der Intercellularsubstanz ist in der Zeichnung weggelassen worden. Die Bindegewebskörperchen haben auch hier dasselbe Aussehen, wie in getrockneten und Holzessig-Präparaten, nur dass die Ausläufer nicht sichtbar sind. Von einer subepithelialen Zellschicht sieht man auch hier nichts, wenn man nicht den Streifen von Zellkernen in der schräg durchschnittenen Epithelialschicht dafür nehmen will. Ein Umstand, der eine solche Täuschung begünstigt, ist der, dass dieser Streifen rundlicher Körper sich selten so scharf von der Substanz der Darmfalten absetzt, wie es in der Zeichnung der Fall ist, sondern oft ohne deutliche Grenze in diese übergeht. Ferner sind hier auch die Abstände zwischen den einzelnen Zellen (wenn man sie nämlich dafür hält) sehr schmal und nach der Mitte des Faltdurchschnittes zu breiter. Auch findet man Heidenhain's Beschreibung der Subepithelialschicht darin wieder, dass einzelne geschrumpfte Kerne wie in Maschen sitzen, die sie nur lose umschliessen, oder man sieht auch wol Lücken, aus denen solche Kerne herausgefallen sind. Solche Bilder erhält man, wie erwähnt, auch an schrägen Durchschnitten von Darinzotten der Säuger.

Eine eigene Schicht subepithelialer Zellen habe ich überhaupt nicht finden können, und eine Verbindung der oberflächlichen Zellen des Schleimhautstroma's selbst mit den Ausläufern der Epithelialzellen lässt sich direct nicht beobachten. Da die letzteren wol nie ganz geradlinig verlaufen, so würde wol nur durch einen ausserordentlich günstigen Zufall ein Schnitt durch eine Darmzotte oder Darmfalte ganz in die Richtung eines Ausläufers fallen, und dadurch dessen Zusammenhang mit Zellen im Innern der Schleimhaut direct wahrnehmbar werden

können. In dieser Weise hat Heidenhain den Zusammenhang beider auch nicht gesehen, hält aber die von ihm beobachteten Anschwellungen der Ausläufer der Epithelialzellen für Zellen der subepithelialen Schicht, die durch einen glücklichen Zufall in ihrer natürlichen Verbindung mit der Epithelialzelle blieben. Die Gründe, die er für diese Ansicht anführt, sind folgende: Erstens gleichen sich an Chromsäurepräparaten die Anschwellungen der Ausläufer der Epithelialzellen des Froschdarmes und die Zellen der subepithelialen Schicht vollkommen, woraus die Identität beider Gebilde zu vermuthen ist; diese Auffassung wird durch die gleiche Beobachtung an Säugethierzotten unterstützt, an denen die Identität der Anschwellungen der Epithelialzellen-Ausläufer und der Zellen des subepithelialen Gewebes in die Augen springend ist. Zweitens gehen Fetttropfchen aus den Ausläufern der Epithelialzellen in die Zellen des Schleimhautgewebes über.

Was den ersten Grund, die Aehnlichkeit beider Gebilde betrifft, so lässt sich Mehreres dagegen einwenden. Eine eigene subepitheliale Zellschicht habe ich meinerseits, wie öfters erwähnt, gar nicht finden können; doch könnten auch die oberflächlichsten Zellen des Schleimhautstromas mit den Ausläufern der Epithelialzellen sich verbinden, nur ist die Aehnlichkeit dieser Zellen mit den Anschwellungen der Epithelialzellen-Ausläufer wenigstens beim Frosch nicht sehr gross. Billroth, der solche Anschwellungen ebenfalls gesehen hat, scheint sie für Theile der Zellen selbst, für Erweiterungen des Ausläufers durch einen zweiten Epithelialzellenkern zu halten. Mitunter, doch nicht immer, kommt nach Heidenhain ein Kern in der Anschwellung vor. Ich habe dergleichen nicht beobachten können, und die Abbildungen, die Heidenhain von Kernen in den Anschwellungen giebt ¹⁾, gleichen ganz in Form und

1) a. a. O. Fig. II. a. und Fig. IV.

Grösse den Kernen, die sich im Körper der Zelle befinden, zu der der Ausläufer gehört. In den Bindegewebskörperchen fanden sich selten deutliche Kerne, die dann sehr klein und rund waren. Die Aehnlichkeit zwischen den Anschwellungen der Epithelialzellen-Ausläufer des Froschdarms und den Bindegewebskörperchen desselben ist auch deshalb keine grosse, weil erstere immer rundlich, letztere grösstentheils eckig sind. Ferner schicken auch die Bindegewebskörperchen nach verschiedenen Richtungen eine verschiedene Zahl von Fortsätzen ab, während die Anschwellungen der Ausläufer deren immer nur zwei haben, einen der sie mit dem Zellenkörper verbindet, und einen anderen in entgegengesetzter Richtung abgehenden, der abgerissen endet; auch sieht man nie an den Seitencontouren der Anschwellungen Spuren davon, dass an ihnen Ausläufer gesessen haben. — Was diese Verhältnisse bei den untersuchten Säugethieren betrifft, so habe ich nur in zwei Fällen, auf die deshalb kein Gewicht zu legen ist, Anschwellungen an den Ausläufern der Epithelialzellen gesehen, die allerdings den Zellen in der Zottensubstanz glichen.

Nach dem eben Erwähnten ist die Identität der Anschwellungen der Ausläufer der Epithelialzellen mit Bindegewebskörperchen zweifelhaft, und diese Anschwellungen könnten vielleicht nichts weiter sein, als eben nur Anschwellungen. Andere Beobachtungen machen jedoch eine Verbindung von Epithelialzellen mit Zellen im Gewebe der Darmschleimhaut wahrscheinlich. Es sind nämlich die Ausläufer der Epithelialzellen viel länger, als die Dicke der äussersten, hellen Schicht der Schleimhautsubstanz beträgt, und sie müssen daher, da sie in der fortgesetzten Richtung der Längsachse der Zellen in die Schleimhaut einzudringen scheinen, wenigstens bis zu den oberflächlichsten Zellen des Schleimhautgewebes reichen. Ferner ist der Nachweis von Fettröpfchen in den Bindegewebs-

körperchen bei mit reichlichem Fett gefütterten Thieren, gewiss ein gewichtiger Grund zu Gunsten der von Heidenhain aufgestellten Ansicht.

Zu den Versuchen, die ich in letztgenannter Beziehung an Fröschen mit Fettinjection in den Magen anstellte, verwendete ich zuerst Rüböl, das mit Alkannawurzel intensiv roth gefärbt war, fand aber, wie Bidder ¹⁾ und Heidenhain ²⁾, dass diese Färbung bei der feinen Vertheilung des Fettes, die hier Statt hat, nicht mehr sichtbar ist, weshalb ich später nur ungefärbtes Oel anwendete. — In den Bindegewebskörperchen der Darmschleimhaut und den damit zusammenhängenden analogen Körpern der Muskelhaut solcher mit Oel gefütterter Frösche fanden sich grössere und kleinere, einzelne oder mehrfache stark lichtbrechende Punkte, die durch Essigsäure nicht verändert wurden, also sehr wahrscheinlich Fettröpfchen waren, deren Anwesenheit um so entscheidendere Schlüsse erlaubte, als bei Thieren, denen kein Fett beigebracht war, oder die längere Zeit ohne Nahrung gefangen gehalten waren, die genannten Bindegewebskörperchen gar keine oder nur höchst spärliche Fettpartikel wahrnehmen liessen, indem in ihnen enthaltene dunkle Punkten nach Zusatz von Essigsäure verschwanden. In der Inter-cellularsubstanz waren auch im ersteren Falle keine solchen sichtbar.

Bei der Untersuchung mit Fett gefütterter Säugethiere wurden keine glücklichen Resultate gewonnen, da an Querschnitten von Darmzotten solcher Thiere nie erhebliche Mengen von Fettröpfchen beobachtet wurden. Von diesen lagen viele auf dem Schnitt, und von den übrigen liess sich nicht mit Sicherheit angeben, ob sie sich in der hellen Grundsubstanz der Zotten, oder

1) Bidder u. Schmidt. Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. Mitau u. Leipzig. 1852. S. 230.

2) a. a. O. S. 262.

in den in dieser eingelagerten Zellen befanden. Es ist leicht möglich, obgleich die untersuchten Thiere in sehr verschiedenen Zeiten nach der Fütterung getödtet wurden, dass nie das geeignetste Stadium der Fettresorption getroffen wurde, und dass bei einer stärkeren Erfüllung der Zotten mit Fetttropfchen befriedigendere Aufschlüsse erlangt worden wären.

Die durch die vorstehenden Untersuchungen sowohl über das Epithel als auch über das Schleimhautstroma gewonnenen Resultate in Bezug auf Heidenhain's Theorie, — wenn auch in ihnen nichts enthalten ist, was die Ansicht dieses Forschers über die präformirten Wege für die Fettresorption widerlegte und dagegen mehreres aus derselben entschieden günstig ist — stimmen doch zum Theil nicht mit seinen Beobachtungen überein und werden in dem Folgenden kurz zusammengefasst.

1) Die Basalenden der Zellen des Darmepithels sind nicht durch ein direct auf dem Zelleninhalt sitzendes Aggregat von Stäbchen, sondern durch eine eigene, nicht von der übrigen Zellenwand verschiedene Membran verschlossen.

2) Es werden sowohl an frischen, unveränderten, als auch an mit Reagentien behandelten Epithelialzellen Ausläufer beobachtet, und es scheint die grösste Mehrzahl der Zellen mit solchen versehen zu sein. Es wurden an den Epithelialzellen des Froschdarmes auch Ausläufer gefunden, in denen sich eine Anschwellung befand, doch kann die Identität dieser Anschwellungen mit oberflächlichen Zellen des Schleimhautstroma's nicht nachgewiesen werden.

3) Eine eigene, als solche darstellbare, häutige Schicht (basement membrane) die das Darmepithelium von der Schleimhautoberfläche trennt, wird nicht beobachtet. Beim Froschdarm werden durch Ausläufer miteinander verbundene Bindegewebs-

körperchen im Stroma der Darmschleimhaut gesehen, doch lässt sich keine Verbindung derselben mit den Epithelialzellen nachweisen. Bei den Säugethieren fanden sich in die homogene Genussubstanz der Zotten eingebettete, runde Körperchen von verschiedener Grösse; es wurden an ihnen aber keine Ausläufer und somit weder eine Verbindung untereinander noch mit der Epithelialschicht gesehen.

4) Die Verbindung von Epithelialzellen mit Zellen im Schleimhautstroma wird dadurch wahrscheinlich, dass beim Froschdarm Fetttropfchen sowohl in den Ausläufern der Epithelialzellen, als auch in den Bindegewebskörperchen gefunden werden. Ueber das letztere Verhältniss kann an den Darmzotten der untersuchten Säugethiere kein sicherer Aufschluss gewonnen werden. — Ferner haben die Ausläufer der Epithelialzellen meist eine grössere Länge, als die Breite der äussersten, homogenen Schicht der Darmschleimhaut beträgt, reichen somit wenigstens bis an die oberflächlichsten Zellen des Schleimhautstromas.

Theses.

- 1) Membrana, quae dicitur „basement membrane“, epithelio tractus intestinalis supposita, non exstat.
 - 2) Cephalalgia morbus non est.
 - 3) Nomen epithelii cylindracei non convenit epithelio tractus intestinalis.
 - 4) Mensuratio pelvis externa instrumentorum ope instituta exploratione manuali substitui non potest.
 - 5) Medicamina diuretica, nisi aqua excepta, non exstant.
 - 6) Remedium dubium pejus nullo.
-

Erklärung der Tafel.

(Fig. I und VII sind bei 500facher, die anderen bei 300facher Vergrößerung gewonnen.)

Fig. I. Querschnitt durch eine in doppelt chroms. Kali erhärtete Darmzotte vom Hunde.

- a. Epithelialschicht.
- b. Substanz der Zotte, mit eingelagerten Zellen und Kernen.
- c. Lumina durchschnittener Gefässe.
- d. Lücken in der Epithelialschicht, aus denen Zellen herausgefallen sind

Fig. II. Theil eines, senkrecht zur Achse der Falten geführten und durch Wasserzusatz aufgequollenen Durchschnittes von einem getrockneten Froschdarm.

- a. Verschrumpftes Epithelium.
- b. Schleimhautstroma mit eingelagertem Bindegewebskörperchen.
- c. Querschicht der Darmmuskeln.
- d. Längsfaserschicht derselben.

Fig. III. Mit doppelt chroms. Kali behandelte Epithelialzellen vom Hundedarm; durch Zusatz von Wasser verändert.

- a. Aufgequollene Zellen.
- b. c. Geborstene Zellen, aus denen der Inhalt ganz oder zum Theil ausgetreten ist.
- d. Ausgetretener Zelleninhalt.

Fig. IV. Mit doppelt chroms. Kali behandelte Epithelialzellen des Froschdarmes, an denen Ausläufer, so wie Anschwellung und Theilung derselben sichtbar sind. Einige Zellen und deren Ausläufer sind mit Fetttropfchen erfüllt.

- a. Zellenausläufer mit verbreitertem, dreieckigen, ausgefranzten Ende.
- b. Gespaltener Zellenausläufer.
- c. Ein Zellenausläufer mit einer Anschwellung.
- d. Gespaltener Ausläufer mit Anschwellung.

Fig. V. Copie einer Zeichnung nach Brettauer und Steinach (a. a. O. Fig. 6. a.), angeblich ausgetretenen Zelleninhalt darstellend.

Fig. VI. Schräger Durchschnitt durch die Spitze einer Falte eines durch Chromsäure erhärteten Froschdarmes. Die Faserung und Trübung der Schleimhautsubstanz ist in der Zeichnung weggelassen worden.

- a. Epithelialschicht.
- b. Kerne der Epithelialzellen, die in mehreren schräg durchschnittenen Reihen hinter einander liegen.
- c. Schleimhautstroma mit eingelagerten Bindegewebskörperchen.

Fig. VII. Mit doppelt chroms. Kali behandelte, zusammenhängende Zellen vom Darmepithelium des Hundes. Ansicht der Basalfäche. Bei a. ist eine Zelle herausgefallen.

Fig. VIII. Epithelialzellen eines Hundedarmes, nach Behandlung mit doppelt chromsaurem Kali; Verhältnisse des Basalsaumes darstellend.

- a. Der Basalsaum geht brückenartig über die durch ausgefallene Zellen entstandenen Lücken hinweg.
- b. c. Der Basalsaum hat sich teilweise von der unterliegenden Zellenreihe abgehoben.
- d—i. Der Basalsaum in seinem verschiedenen Verhalten zu einzelnen Epithelialzellen.

